www.radio.ru

6 • 2020

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



Зарядное устройство

Кабельный пробник

Домашняя метеостанция

Вольтметр-сигнализатор

Робозавр

- *Домашняя метеостанция*
- *Экономичное электронное реле*
- *КВ-антенна с переключаемой ДН*
- *Робозавр на Arduino*

...и ещё 10 конструкций

6
2020

ISSN-0033-765X

"Старый Новый год 2020" — итоги

(см. статью на с. 45)



Команда UA4M из г. Димитровграда Ульяновской обл. — первое место в группе MULTI-OP HIGH. Слева—направо: Владимир Рябов (RA4LW), Андрей Маркелов (RL4R).

Александр Чуркин (RM4HZ) из с. Новый Буян Самарской обл., занявший первое место в группе SINGLE-OP SSB HIGH, и его антенная позиция.

Виталий Козин (EZ8-02) из г. Ашхабада, Туркменистан, показал лучший результат среди наблюдателей.

Лидер группы SINGLE-OP MIXED LOW — Николай Орехов (RL4A) из с. Ольховка Волгоградской обл.

Владимир Дубинский (UN6LN) из г. Рудного Костанайской обл., Казахстан — лучший результат в группе SINGLE-OP SSB LOW.

Сергей Сергеев (R7MM) из г. Таганрога Ростовской обл. занял первое место в группе SINGLE-OP 50 LOW.

Ивица Новак (9A1AA) из г. Белишче, Хорватия, показал лучший результат в группе SINGLE-OP CW LOW.

Евгений Даниэльян (R2AA) из г. Воронежа — первое место в группе SINGLE-OP MIXED HIGH.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Зарядное устройство (см. статью на с. 51). Кабельный пробник (см. статью на с. 41). Домашняя метеостанция (см. статью на с. 26). Вольтметр-сигнализатор (см. статью на с. 31). Робозавр (см. статью на с. 56).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА "ШАРКОН"
МИНИПЛИТКА НА ПОЗИСТОРАХ
УКАЗАТЕЛЬ РАСХОДА ВОДЫ
ГЕКСАПОД НА ARDUINO

Тираж журнала «Радио» № 5 сдан для рассылки подписчикам 13.05.2020 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО,
К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора),
Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 25.05.2020 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

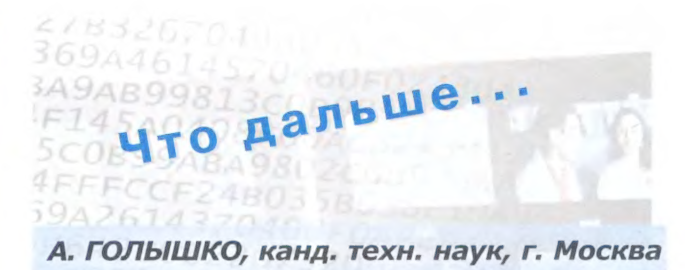
В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01753-20



Что дальше...

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"...иногда, даже если ты знаешь, чем это всё закончится, — это не значит, что ты не можешь насладиться всем этим".

(Тед Мосби)

Немного о том, что ждёт впереди. Помнится, нам обещали много интересного.

Сегодня каждый, кто не находится в бизнес-нокдауне, спешит воспользоваться вирусно-изозяционным моментом, чтобы развить решения по удалённой работе, развлекательному контенту, сетевым играм и далее — к полному цифровому аутизму. Вот в Китае уже появился полностью роботизированный ресторан.

Распространение 5G и уменьшение размеров VR-очков и шлемов расширят области применения виртуальной и дополненной реальности. Их объединяет термин extended reality (XR). В этом году XR-приложения будут использовать в школьном и профессиональном образовании. Например, для тренировок хирургов или строителей. По данным CB Insights, развитие AR и VR также приведёт к популярности виртуальных офисов — пространств для remote-сотрудников. Подобные решения уже есть на рынке. Датский стартап MeetinVR предлагает компаниям виртуальные митинг-румы, где могут проводить совещания и те, кто находятся в офисе, и те, кто работают удалённо. Другая компания, Spatial, позволяет проводить встречи с аватарами собеседников в дополненной реальности и использовать виртуальную переговорку как монитор.

Компании Google, Apple и Microsoft совершенствуют шлемы виртуальной реальности. Некоторые из них будут предназначены для использования в офисах, что способствует популяризации технологии.

Технологии всё быстрее входят в нашу жизнь. Вот Китай, к примеру, создаёт "цифровую диктатуру" (некоторые называют её цифровым концлагерем), чтобы установить контроль над 1,4 миллиардом своих граждан, понимая, как они исполняют законы, отдают ли вовремя кредиты и вообще как ведут себя в повседневной жизни. Для одних "кредит доверия" принесёт привилегии, для других — наказание.

Собственно то, что может казаться далёким будущим, уже происходит в Китае. И это уничтожает многие жизни. Коммунистическая партия Китая обещает, что эта система будет полностью функционировать уже в 2020 г. И утверждает, что она "позволит людям, заслуживающим доверие, свободно пользоваться всеми благами, в то время как дискредитированным людям будет трудно сделать и шаг". "Кредит доверия" подобен персональной системе показателей для каждого из 1,4 миллиарда граждан Китая.

В рамках пилотной программы, которая уже работает, каждому гражданину был присвоен свой персональный балл по 800-балльной шкале. Те граждане, которые имеют высокие баллы, получают VIP-обслуживание в отелях и аэропортах, дешёвые кредиты и быстрый доступ к лучшим университетам и рабочим местам. Те, кто находятся в самом низу шкалы, могут быть изолированы от общества и не допущены к путешествиям, а также лишены возможности получить кредит или работу в государственных организациях.

Эта система будет оснащена новейшими высокотехнологичными системами видеонаблюдения, поскольку Китай

стремится стать мировым лидером в области искусственного интеллекта. Камеры видеонаблюдения будут оснащены системой распознавания лиц, сканирования человека и геолокации, чтобы постоянно следить за каждым гражданином.

Приложения для смартфонов также будут использованы для сбора данных и мониторинга поведения человека в Интернете на ежедневной основе. Затем обработанные Большие Данные из разных других источников, таких как государственные архивы, включая образовательные и медицинские учреждения, оценки государственной безопасности и финансовые отчёты, будут включены в шкалу индивидуальных баллов.

Пилотные проекты системы "кредита доверия" в настоящее время находятся на различных стадиях внедрения, по меньшей мере в дюжине городов по всему Китаю. Несколько компаний работают с государством, чтобы национализировать систему, скоординировать и настроить технологию, а также доработать алгоритмы, которые будут определять национальный рейтинг граждан.

Это, вероятно, самый крупный проект социальной инженерии, созданный для слежения и контроля за более чем миллиардом людей. В случае успеха это и будет первая в мире цифровая диктатура. В целом она весьма привлекательна для любого правительства любого государства.

Разумеется, "кредит доверия" — неидеальная система, но пока это лучший способ управлять страной с самым большим населением в мире. "Я думаю, что люди в каждой стране хотят жить в стабильном и безопасном обществе, — говорит простой китаец. — Если каждый уголок общественного пространства будет оборудован камерами, я буду чувствовать себя в безопасности".

Финансовое поведение человека будет важнейшим показателем для оценки национального "кредита доверия". Согласно существующей финансовой системе под названием Sesame Credit, человек, имеющий высокий балл, например, 750 из 800 — является довольно надёжным гражданином Китая.

Приложение, установленное на каждом телефоне, даёт доступ к специальным привилегиям, таким как аренда автомобиля, гостиничного номера или дома без внесения депозита. Но "кредит доверия" будет зависеть не только от этого.

Кто является вашими друзьями, кто ваша семья — это тоже будет влиять на ваш рейтинг. Если ваш лучший друг или ваш отец скажут что-то плохое о своём правительстве, вы также можете потерять свои баллы. То, с кем вы встречаетесь и в конечном счёте сотрудничаете, также повлияет на рейтинг. Чем не иллюстрация к "1984" Джорджа Оруэлла? У тебя "нет ничего твоего, кроме нескольких кубических сантиментов в черепе", — это оттуда. "Свобода — это возможность сказать, что дважды два — четыре. Если дозволено это, всё остальное отсюда следует," — это тоже оттуда.

"Нам нужна такая система "кредита доверия", — говорит государственный служащий в Министерстве юстиции Китая. "Мы надеемся, что сможем помочь друг другу, любить друг друга и помочь каждому человеку стать успешным". Китай уже давно является государством, которое пристально наблюдает за своими гражданами, поэтому они привыкли к тому, что правительство берёт на себя определяющую роль в личных делах. Китайцы придают более высокое значение общественному благу по сравнению с личными правами, поэтому большинство китайцев считает, что если "кредит доверия" создаст более безопасное, надёжное и стабильное общество, то так тому и быть.

Однако большинство из них, похоже, не понимают, что всесторонний контроль уже имеет место быть, и на этот счёт не было никаких публичных обсуждений о внедрении системы внутри Китая.

Примерно около 10 миллионов человек уже были наказаны в рамках пилотной программы "кредита доверия". Уже много людей попали в чёрный список неправомерно, но они не могут выйти из него. Это разрушило их карьеру и изолировало от общества, и теперь они боятся за будущее своей семьи. Стоит заметить, что алгоритм наказаний может быть и другим (в зависимости от причёски, к примеру), не в нём суть. Главное — это создание технологии всестороннего сбора и обработки информации обо всех индивидах во имя их полного подчинения чьим-то желаниям. Мировая история говорит о том, что желания иногда становятся приговорами.

Сегодня, кстати, создаются системы, позволяющие читать мысли. Поэтому, похоже, всё вышесказанное — лишь начало. Начало чего-то большего и довольно тревожного. Допустим, наказания будут отданы на откуп системам искусственного интеллекта (а то за всеми не уследишь), дабы контролировать (а то и монетизировать) совесть каждого гражданина. Пусть нечестный платит, а потом пусть платит неправильно говорящий, а потом и неправильно думающий. На чём остановится подобная социальная инженерия? "Мыслепреступление не влечёт за собой смерть: мыслепреступление ЕСТЬ смерть", — это тоже из "1984".

Разумеется, для любой подобной глобальной системы нужна соответствующая инфраструктура. Например, Интернет вещей (IoT), на развитие которого направлены сети 5G, которые были доступны в некоторых городах США, Китая, Южной Кореи, Британии и Германии уже в 2019 г. Стоимость тарифов в США стартовала от 50 долл., в КНР — от 80 долл. В конце октября 2019 г. Китай, лидер рынка, объявил о планах запустить 5G во всей стране. К тому моменту среди тех, кто уже производил смартфоны с поддержкой технологии, были ZTE, Huawei, Xiaomi.

В 2020 г. эти сети увеличат охват, а стоимость услуг снизится. Распространение 5G ускорит внедрение других технологий. А главное — позволит IoT-устройствам собирать и обрабатывать больше информации, что расширит их возможности и области применения. Несомненно, основные риски новых сетей отнюдь не в распространении вируса, что нашло отклик у чуждого новым технологиям населения, громящего антенные мачты базовых станций, а в обеспечении тотального доступа ко всему сущему. Вот с помощью чего, к примеру, можно ограничить доступ к чему-либо в зависимости от кредита доверия? Хотя бы с помощью соответствующих датчиков IoT. Не заслужил доверия — дверь не откроешь или еду не закажешь. Это фантазии, конечно, но механизм для их воплощения уже создаётся.

Развитие промышленного Интернета вещей (IIoT) благодаря 5G повысит эффективность производств, а также точность и скорость принятия бизнес-решений. Увеличит и риски нарушения бизнес-процессов и безопасности вообще.

Кстати, при развитии квантовых вычислений безопасность информации окажется под угрозой. Шифры будет легко взломать, например, получить доступ к электронной почте любого пользователя или, к примеру, к его кредитной истории.

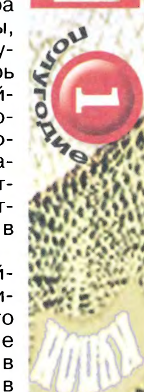
Но уже есть стартапы, которые занимаются постквантовым шифрованием. В числе перспективных — британский Crypto Quantique, работающий в сфере защиты IoT-устройств. Среди других направлений рынка безопасности — использование искусственного интеллекта для автоматической реакции на угрозы, а также противодействие применению технологий взлома систем распознавания лиц. Будьте уверены, вас распознают с высокой точностью.

Кстати, обычно все данные, собранные кем-либо, попадают в одно хранилище (data lake). Они часто содержат много "мусора", а натренированный на них искусственный интеллект ошибается или оказывается предвзятым. Поэтому автоматическим системам принятия решений (в части определения "кредита доверия", к примеру) до сих пор многие не доверяют. Чтобы решить проблему, нужны фильтры, отбрасывающие "грязные" данные до попадания в хранилище. Несомненно, подобные системы будут востребованы, в том числе и в Китае.

Но вернёмся к IoT. Всяческие фитнес-браслеты и smart-часы — это ни что иное, как нижняя ступень Интернета тел (IoB — Internet of Bodies) — сектора IoT, который объединяет все гаджеты, подключаемые к человеку. Вторая ступень — устройства, попадающие внутрь организма: кохлеарные импланты (нейропротезы для неслышащих и слабослышащих), кардиостимуляторы, цифровые таблетки. На самом верху пирамиды — устройства, которые становятся единым целым с человеком и остаются связанными с внешней системой в реальном времени.

Сегодня распространятся устройства, способные не только лечить пациента, но и транслировать данные о его состоянии. Например, инсулиновые помпы, измеряющие уровень глюкозы в крови и передающие информацию в





облако, и цифровые таблетки для лечения рака, общающиеся с врачами. Признавая перспективы рынка, Google и Microsoft инвестируют в digital health, а Apple запускает собственные исследовательские программы. Их результаты будут доступны пользователям в приложении Research app. Кроме того, Apple Watch последнего поколения уже включают функции для тех, кто страдает диабетом, а также устройства для ЭКГ.

Препятствия на пути IoB, с которыми следует считаться всем игрокам рынка, — угроза жизни и здоровью человека в случае хакерской атаки, а также вторжение в частную жизнь (запись имплантами окружающих звуков).

Разумеется, умные импланты и всезнающие трекеры облегчат жизнь пациентам со многими болезнями. Однако юридические нормы для IoB не разработаны, что чревато неприятными и опасными ситуациями.

Несомненно, новые медицинские устройства типа искусственной поджелудочной железы, дистанционно управляемых кардиостимуляторов и имплантов, помогающих победить паралич, значительно облегчат жизнь многих пациентов. Однако они также порождают новые риски.

Первая проблема заключается в том, что многие из умных медицинских приборов не регулируются достаточным образом. Например, в США фитнес-трекеры и датчики сна не подпадают под юрисдикцию FDA — регулятора, который одобряет все лекарственные средства и процедуры. Так что пока неясно, какое ведомство будет регулировать новые устройства IoB. Есть вероятность, что подобные вопросы лягут на плечи Федеральной торговой комиссии, которая занимается вопросами некачественных товаров, а также безопасности и конфиденциальности. Однако без дополнительных ресурсов это небольшое агентство не справится с взрывным ростом числа IoB-устройств.

Ещё одна проблема IoB связана с патентным правом. Проиграв процесс, компания может потерять право на производство или поддержку того или иного устройства. Тогда тысячам людей, в чьё тело оно установлено, придётся сделать выбор: оставить неработающий прибор или решиться на операцию по его удалению. Большинство высокотехнологических компаний полагается на лицензионные соглашения с конечными пользователями. Если клиент не согласен с изменившимися условиями, производитель оставляет за собой право деактивировать устройство. В случае смартфона подобная ситуация в худшем случае неприятна, но отказ от лицензионного соглашения на протез или кардиостимулятор может создать проблемы. Например, непонятно, за чей счёт будет проводиться удаление такого устройства. Банкротство производителя IoB-устройств также создаст сложности для клиентов. Договорные права и доступ к конфиденциальным данным часто рассматриваются как активы в процессах по банкротству, и суд может разрешить продать их другой компании — например, страховщикам. Чтобы обеспечить безопасность и конфиденциальность пользователей, необходимо пересмотреть закон о банкротстве.

Ещё одна проблема может возникнуть, если пользователь потеряет доверие. Вот как описана схожая ситуация столетней давности у Ярослава Гашека устами бравого солдата Швейка, когда один инвалид Первой Мировой войны, получивший от Австро-Венгрии серебряную медаль и искусственную ногу, разочаровался в идеалах империи и понёс закладывать медаль в ломбард. "Там его сцапали, и пошли неприятности. Существует какой-то там суд чести для инвалидов войны, и этот суд постановил отобрать у него эту серебряную медаль и, кроме того, присудил отобрать и ногу... В один прекрасный день пришла к нему комиссия, заявила, что он недостоин носить искусственную ногу, отстегнула у него её и унесла...".

Стоит ли говорить, что сегодня прогресс ушёл далеко вперёд, и с вышеизложенными ситуациями столкнётся каждое государство, которое захочет отрегулировать IoB.

Ещё один технологический тренд, способный преобразить жизнь людей, — распространение умных камер. Говорят, к 2022 г. подобные устройства появятся в каждой второй американской семье. Безусловно, отказ от приватности обеспечит множество новых возможностей и увеличит личное доверие, но...

Как снова стать свободным?

С одной стороны, цифровые шутники говорят, что самоизоляция не будет полной, если не ввести подъём, отбой, утренний развод на удалённые работы и вечернюю цифровую проверку.

С другой, — надо выбросить все смартфоны, гаджеты, кредитные карты и уехать куда-нибудь в глушь, чтобы перестать быть интересным для контролирующих органов. Или ещё один простой способ — тщательно соблюдать все новые правила и законы.

И наслаждаться цифровым будущим!

По материалам ***l-a-b-a.com, m.hightech.plus, nemnogoobovsem.com***

УМЗЧ "на ногте пальца"

Д. ЗАХАРОВ, г. Оренбург

Автором разработана миниатюрная конструкция УМЗЧ. Размеры её печатной платы отражены в названии статьи, а номинальной выходной мощности, равной 1,2 Вт при коэффициенте нелинейных искажений не более 1 %, достаточно для озвучивания небольшого помещения.

На данный момент предлагаемый читателям аналоговый УМЗЧ с типовой номинальной выходной мощностью 1,2 Вт является самой малой по размерам конструкцией из известных автору, свободно умещающейся на ногте пальца. За счёт своей миниатюрности и малого собственного потребления тока она будет интересна радиолюбителям, занимающимся созданием роботов, радиоприёмников и других конструкций, одной из функций которых является воспроизведение звука, а главным требованием — минимальные габариты и масса.

Однажды при проверке работоспособности предварительного усилителя автору понадобился небольшой УМЗЧ. Имевшиеся в наличии были довольно громоздкими конструкциями, и пришла идея создать миниатюрный УМЗЧ-пробник. Такой, чтобы умещался в корпусе маркера.

Из возможных "претендентов" для его построения самыми лучшими были микросхемы серий TDA2822 и LM386. Но, с учётом хоть и минимальной "обвязки", габариты конструкции не вписывались в желаемые. Ставшие популярными уже собранные миниатюрные УМЗЧ класса D, продающиеся в интернет-магазинах, даже самые малые, также имели избыточные габариты для задуманной конструкции.

Так идея и была бы заброшена, не попадись случайно на глаза плата старого смартфона, фрагмент фото которой приведён на **рис. 1** слева. Рядом с одной из микросхем располагалась динамическая головка, что навело на мысль поискать на микросхему описание. И это оказался именно аналоговый УМЗЧ. То, что надо. На фотографии справа показана другая плата с ещё более наглядным расположением динамической головки и микросхемы УМЗЧ в корпусе с десятью выводами другого разработчика. Их взаимосвязь легко

определить прозвонкой цепей. В готовом виде, вместе с резисторами и конденсаторами "обвязки", усилитель свободно вписался в габариты стандартной панели DIP-8.

Микросхема с маркировкой K990 в корпусе MiniSO-8 производится компанией STMicroelectronics и называется TS4990IST. Согласно данным производителя, она имеет на частоте 1 кГц типовую выходную мощность 1,2 Вт при напряжении питания 5 В, коэффициенте нелинейных искажений (КНИ, англ. TND) не более 1 % и сопротивлении нагрузки, равном 8 Ом. Напряжение питания — от 2,2 до 5,5 В. Разрабатывалась она специально для работы в мобильных устройствах с однополярным низковольтным питанием и имеет очень малое собственное энергопотребление и мостовой выход.

Рис. 1

Обратите внимание, что микросхема хоть и способна работать на нагрузку сопротивлением 8 Ом, но при максимальной выходной мощности и напряжении питания 5 В обеспечить нормальный отвод тепла от неё крайне сложно. Производителем при проектировании изначально закладывалась долговременная работа микросхемы от источника питания напряжением 3,6 В, и снизу корпуса не предусмотрена возможность припайки теплоотводящей подложки к плате. Хотя микросхема имеет цепи защиты от короткого замыкания на выходе и перегрева, доводить режим работы до их периодических срабатываний не имеет смысла.

Динамические головки сотового телефона выпускаются с сопротивлением звуковой катушки от 8 до 24 Ом. Если выбрать головку с сопротивлением 12 Ом и более — это не позволит микросхеме выйти на критические тепловые режимы даже при максимальном питающем напряжении 5,5 В. Специально проведённое тестирование подтвердило изложенные выше предположения. При работе на нагрузку 8 Ом с полной выходной мощностью при напряжении питания 3,3 В микросхема нагревалась до температуры около 50 °С.

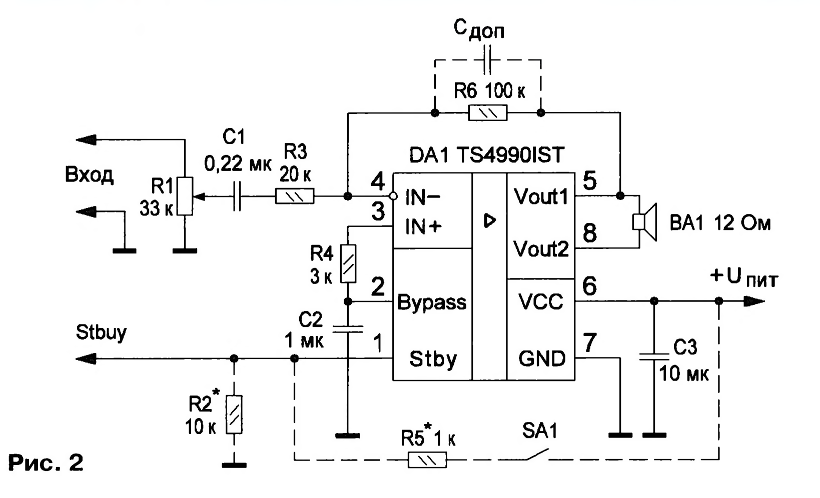


Рис. 2

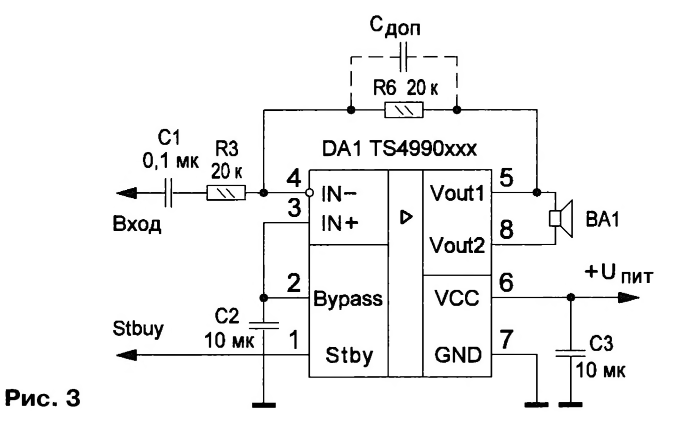


Рис. 3

Мысль использовать проверенный способ радиолюбителей выпиливанием участка штатной печатной платы (например, участка с УМЗЧ из плат старых телевизоров и иной техники) без разработки своей конструкции была отклонена сразу, так как подпаять соединительные провода без риска дальнейшего случайного повреждения дорожек и компонентов не представлялось возможным. Поэтому была разработана оригинальная печатная плата размерами 10×10 мм с учётом имеющихся компонентов. Выводы (штыри) для установки платы в DIP-панель или монтажа на другую плату выполнены из лужёных медных отрезков перемычек, выпаянных со старых печатных плат. Длина штырей — 5 мм.

На **рис. 2** приведена схема усилителя (восстановленная по печатной плате смартфона). Схема производителя смартфона несколько отличается от рекомендованной разработчиком и приведённой на **рис. 3** (нумерация компонентов для наглядности совпадает), с оригиналом можно ознакомиться в [1] (Figure 1). Автор предпочёл вариант схемы от производителя смартфона, используя имеющиеся компоненты с платы смартфона.

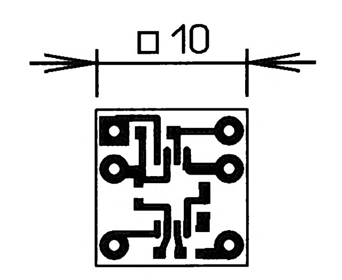
Чертежи печатной платы усилителя и расположения элементов, кроме резисторов R1, R2, R5 и выключателя SA1 приведены на **рис. 4**. Она изготовлена из двусторонне фольгированного стек-

лотекстолита. Нижняя сторона платы использована как экран. В отверстиях для штырей, припаянных к контактным площадкам 1, 4, 5, 7 и 8, со стороны экрана сделана зенковка. Контактная площадка 2 общего провода соединена с экраном через штырь, пропаянный с двух сторон. На рис. 4 он отмечен чёрной точкой.

Все конденсаторы и постоянные резисторы — поверхностно монтируемые (SMD) типоразмеров 0603 и 0805 (кроме конденсатора C3, его типоразмер 1206). Конденсаторы — керамические, особых требований к температурной стабильности и их номинальному напряжению не предъявляются. Ёмкость конденсатора C1 может быть в пределах от 0,1 до 0,47 мкФ. Не следует монтировать конденсатор на входном щупе УМЗЧ-пробника перед регулятором громкости (переменным резистором R1), соединив напрямую вывод его движка с левым по схеме выводом резистора R3 — это изменит режимы микросхемы TS4990 по постоянному току. Провода, соединяющие входной щуп с регулятором громкости и платой усилителя должны быть экранированными. При необходимости ничто не мешает перейти и на типовую схему включения УМЗЧ. Для этого на плате резистор R4 заменяют перемычкой, а конденсатор C2 устанавливают ёмкостью 10 мкФ.

Номиналы резисторов менять не стоит, кроме случая необходимости подстройки коэффициента усиления УМЗЧ в конкретной конструкции. В этом случае заменяют резистор R6 номиналом 100 кОм на требуемый, вплоть до 20 кОм, что приведёт к изменению коэффициента усиления с 5 до 1. Корректирующий конденсатор $C_{доп}$ не обязателен для установки, особенно при решении задач минимизации устройства, и на печатной плате место для него не предусмотрено. При необходимости его можно будет аккуратно подпаять прямо над резистором R6.

Для перевода микросхемы TS4990IST из режима Standby (дежурный режим) в рабочий нужно подать на вывод 1 напряжение более 1,35 В, вплоть до напряжения питания (соединив вывод 1 перемычкой с выводом 6 микросхемы). В дежурном режиме типовой ток потребления микросхемы — 10 нА (по данным производителя). Соединения дополнительных элементов для реализации управления режимом Standby (резисторы R2, R5 и выключатель SA1) показаны на рис. 2 штриховой линией. В качестве источника питания усилителя как нельзя лучше подходит литий-ионный аккумулятор.



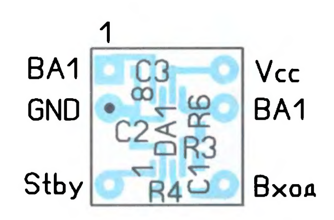


Рис. 4

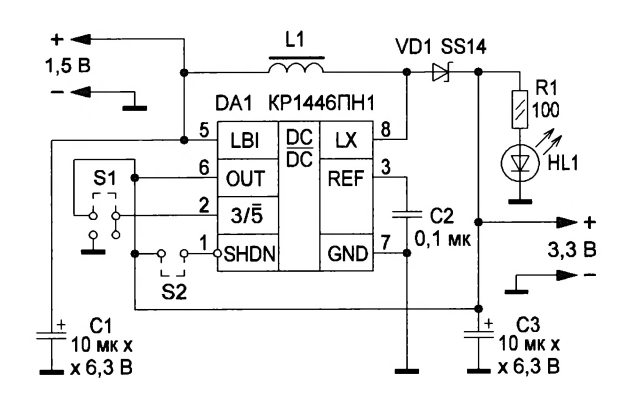
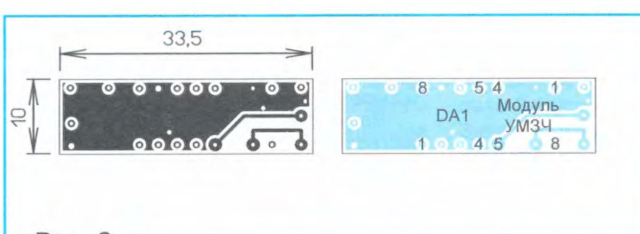
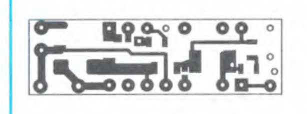


Рис. 5





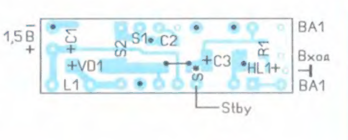


Рис. 6

Для тех, кто захочет питать устройство от гальванического элемента типоразмера AAA, дополнительно разработана печатная плата преобразователя напряжения на микросхеме КР1446ПН1 [2, 3] с выходным напряжением 3,3 В и максимальным выходным током 200 мА. Его схема приведена на **рис. 5**, а чертежи печатной платы преобразователя и расположения элементов, кроме микросхемы DA1, приведены на **рис. 6**. В авторском варианте на верхней стороне платы, свободной от элементов, установлена стандартная панель DIP-16. Микросхема КР1446ПН1 (DA1) и модуль полного УМЗЧ устанавливаются в панель, образуя единую законченную конструкцию. Схема включения пояснений не требует.

Печатная плата для преобразователя напряжения требует некоторых пояснений.

Во-первых, микросхема КР1446ПН1 позволяет получить одно из двух напряжений — 3,3 или 5 В простым подключением её вывода 2 либо к плюсовому выходу (вывод 6 OUT) либо к общему проводу. В первом случае выходное напряжение будет равно 3,3 В, во втором — 5 В. Разводка проводников платы произведена так, что это легко сделать установкой перемычки S1 из капли припоя.

Во-вторых, для перевода микросхемы TS4990 в рабочий режим предусмотрена перемычка S*, именно на плате преобразователя напряжения. Это оставляет возможность при желании снять перемычку и подключить цепь управления дежурным режимом, показанную на рис. 2, подпаяв её проводами к плюсу питания на выходе преобразователя напряжения (3,3 или 5 В) и к контакту Standby вместо перемычки S*.

В-третьих, для желающих электронно управлять и режимом включения/выключения микросхемы КР1446ПН1 на плате предусмотрена перемычка S2.

В итоге у простой конструкции получился довольно богатый набор функций управления режимами.

Одна сторона платы использована в качестве общего провода и экрана, так как конструкция питает чувствительный к наводкам УМЗЧ. Чёрными точками на плате (рис. 6, справа) показаны двух-

сторонние соединения. В этих местах контактные площадки пропаивают с двух сторон, используя три перемычки из отрезков лужёного провода, а также вывод 7 микросхемы DA1 и штыри 5, 7 модуля УМЗЧ. В собранном виде конструкция показана на **рис. 7**.

У читателя возникнет резонный вопрос, а зачем столько перемычек и столько режимов для простого УМЗЧ-пробника? Дело в том, что плату преобразователя можно использовать для построения разных устройств. Автор, например, применил её при конструировании простейшего термометра.

Детали и монтаж. Микросхему КР1446ПН1 возможно заменить на полный аналог — MAX756 (что даже предпочтительнее, так как у неё максимальный выходной ток больше). Дроссель L1 — выводной с индуктивностью от 22 до 100 мкГн. Диод Шоттки VD1 — SS14 для поверхностного монтажа и допустимым прямым током 1 А. Возможна замена диодом серии 1N58xx, если аккуратно подогнуть и обрезать выводы у диода, то и он без проблем умещается на плате. Конденсаторы C1 и C3 — танталовые типоразмера А или, как конденсатор C2, керамические поверхностно монтируемые типоразмера 1206. Светодиод HL1 — маломощный, белого свечения для поверхностного монтажа. В УМЗЧ-пробнике смысла его устанавливать нет, так как мощность преобразователя ограничена и использована усилителем до предела. При просадках напряжения питания ниже 3 В светодиод просто не светится, а микросхемам серии TS4990 вполне достаточно и 2,2 В для полноценной работы. В других же маломощных конструкциях светодиод сможет выполнять свою функцию индикации наличия напряжения питания. В качестве динамической головки в пробнике применена миниатюрная динамическая головка с сопротивлением звуковой катушки 12 Ом, извлечённая из старого смартфона.

При демонтаже с заводской платы микросхемы, резисторов и конденсаторов стоит проявить особую осторожность, так как их габаритные размеры настолько малы, что при случайной потере какой-либо детали найти её будет довольно сложно.



Рис. 7

Учитывая, что предложенные схемы просты и, возможно, заинтересуют начинающих радиолюбителей, скажу, что не стоит бояться демонтировать детали для поверхностного монтажа с плат. Единственное, надо помнить, что пайка на заводах часто выполняется бессвинцовым тугоплавким припоем. Для исключения риска перегрева чувствительных компонентов (диодов, транзисторов, микросхем и особенно светодиодов) и безвозвратного вывода их из строя рекомендую паяльником с тонким жалом при минимальном времени контакта нанести сначала маленькие капельки обычного припоя на все выводы. Обычный припой резко снизит температуру плавления бессвинцового припоя. И тогда, даже с учётом того, что платы многослойные и очень теплоёмкие, вероятность демонтировать нужный компонент без повреждения приблизится к 100 %. Навык можно быстро наработать на выпаивании резисторов. Они меньше всех других деталей боятся перегрева.

Если для УМЗЧ спроектировать двустороннюю печатную плату с металлизацией сквозных отверстий и использовать микросхему TS4990EIJT в безвыводном корпусе Flip-chip с девятью выводами-шариками на нижней стороне корпуса (см. Figure 65—68 в [1]), то габаритные размеры можно уменьшить как минимум вполовину. Но и монтаж, и без того сложный, ещё более усложнится ввиду его плотности и крайне малых размеров используемых компонентов. Кстати, производитель смартфона, из которого позаимствована микросхема TS4990IST, предусмотрел на плате и вариант для корпуса Flip-chip. Насколько же она мала! Хочется попробовать реализовать и такой вариант, пусть даже на первый взгляд он кажется невыполнимым.

ЛИТЕРАТУРА

1. TS4990 1,2 W audio power amplifier with active-low standby mode. — URL: **https://www.st.com/resource/en/datasheet/ts4990.pdf** (12.05.20).

2. **Баширов С.** Электронный фонарь с одним светодиодом. — Радио, 2004, № 9, с. 54, 55.

3. **Баширов А., Баширов С.** Светодиодные фонари с электронным управлением. — Радио, 2009, № 4, с. 51, 52.

__От редакции__. Чертежи печатных плат в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/umzch.zip__ на нашем FTP-сервере.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. В г. Санкт-Петербурге по состоянию на 11 апреля полностью завершились тестовые передачи цифрового радио DRM+ на частоте 95,7 МГц. Тестирование нового формата радиовещания начиналось ещё в 2015 г. В прошлом же, 2019 г., испытания начались 18 июля с ЛРТПЦ с мощностью передающего оборудования 400 Вт.

Основная цель данных тестов состоит в том, чтобы "продемонстрировать возможности и преимущества, которые общественные и частные вещатели могут извлечь в результате реализации стандарта, а также показать преимущества для слушателей" (источник — URL: **https://vk.com/wall-67314840_2917** (18.04.20)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. Сотрудники Управления Роскомнадзора по Волгоградской области и Республике Калмыкии в конце марта приняли участие в работе приёмочной комиссии по вводу в эксплуатацию в г. Камышине сооружения связи "Радиовещательный передатчик "Микротек TF-1000", частотой 92 МГц и мощностью 1 кВт", предназначенного для предоставления услуг радиовещания. Нарушений, препятствующих вводу в эксплуатацию, не выявлено (источник — URL: **http://bloknot-kamyshin.ru/news/v-kamyshine-vveden-v-stroy-bezopasnyy-peredatchik--1206138** (18.04.20)).

КАЛУЖСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "DIM FM", в конце марта открывшаяся в г. Ермолино, ждёт своих слушателей на частоте 104 МГц. Помимо музыки и другого развлекательного и информационного контента, станция обещает поддерживать на своей волне молодёжные и благотворительные организации. Кроме того, "DIM FM" планирует привлекать внимание слушателей к истории Боровского района и его достопримечательностям (источник — URL: **http://ngregion.ru/novosti/dim-fm-v-ermolino-otkrylas-pervaya-radiostantsiya-borovskogo-rajona** (18.04.20)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. 30 марта филиал РТРС "Кемеровский ОРТПЦ" начал трансляцию радиоканала "Радио Книга" в г. Новокузнецке на частоте 98,3 МГц.

__Примечание__. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 6, 2020

Передатчик мощностью 1 кВт охватывает сигналом г. Новокузнецк и близлежащие населённые пункты.

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. 1 апреля филиал РТРС "Санкт-Петербургский РЦ" прекратил трансляцию радиостанции "Популярная классика" на частоте 101 МГц в г. Выборге. Решение о прекращении трансляции принято вещателем (источник — URL: **https://spb.rtrs.ru/tv/analog/radiostantsiya-populyarnaya-klassika-prekratila-veshchanie-v-vyborge-/** (18.04.20)).

1 апреля филиал РТРС "Санкт-Петербургский РЦ" уменьшил мощность передатчика радиостанции "Радио Дача" в г. Санкт-Петербурге (частота вещания — 97 МГц) с 4 кВт до 1 кВт. Решение принято вещателем (источник — URL: **https://spb.rtrs.ru/tv/analog/radiostantsiya-radio-dacha-snizila-moshchnost-peredatchika-v-sankt-peterburge/** (18.04.20)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. В ближайшие месяцы произойдёт перестройка набора брендов медиахолдинга "Радиосити" с учётом последних изменений в предпочтениях слушательской аудитории.

В течение апреля и мая в холдинг войдут 12 передатчиков радиостанции "Вести FM" в следующих городах: Дубна, Коломна, Орехово-Зуево, Серпухов, Наро-Фоминск, Руза, Кашира, Шатура, Луховицы, Егорьевск, Воскресенск, Подольск.

Слушатели городов Волоколамска, Зарайска, Талдома, Шатуры и Орехово-Зуева получат возможность принимать в своих городах радиостанцию "Эхо Москвы".

Изменения к лучшему коснутся и радиостанции "Авторадио-Шатура" (с неё началась история холдинга 14 лет назад). Теперь эта радиостанция перейдёт на частоту 99,9 МГц и будет вещать сразу на несколько городов Подмосковья. Помимо Шатуры, в её район вещания войдут города Орехово-Зуево, Егорьевск, Воскресенск, Ликино-Дулёво, Куровское.

К сожалению, холдинг вынужден отказаться от вещания некоторых станций, так как в текущей экономической ситуации не со всеми партнерами получилось договориться об условиях, устраивающих обе стороны. Эти изменения коснутся радиостанций "Европа плюс" (за исключением передатчика в г. Дубне на частоте 95 МГц), "Ретро FM", "Милицейская волна" и "Радио Дача" (за исключением передатчика в Озёрах на частоте 101,1 МГц) (источник — URL: **https://radio-city.fm/blog/news-company/new_radiostations/** (18.04.20)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. 3 апреля запущена в эфир радиостанция "Рекорд" в г. Чернушка на частоте 103,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiorecordperm?w=wall-22403023_32525** (18.04.20)).

ОМСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Ваня" в День смеха 1 апреля начала работу в г. Омске на частоте 88,1 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiovanya?w=wall-356962_38810** (18.04.20)).

На частоте 103 МГц в г. Омске 2 апреля заработала радиостанция "Дорожное радио", мощность передатчика — 2 кВт (источник — URL: **https://superomsk.ru/news/86956-dorojnoe_radio_v_omske_nachalo_vechshanie_na_volne/** (18.04.20)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. В г. Твери 3 апреля на частоте 104,3 МГц началось вещание радиоканала "Радио Книга". Направление вещания — культурно-просветительское и музыкальное. Радиовещание осуществляется оператором связи ООО "Дом Музыки" (источник — URL: **https://www.rkn.gov.ru/news/regions/news72610.htm** (18.04.20)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. 31 марта в г. Тюмени на частоте 92 МГц началось вещание "Relax FM" — радиостанции премиум-класса с уникальным для российской радиоиндустрии форматом (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/18478** (18.04.20)).

УДМУРТИЯ. 7 апреля началось вещание радиостанции "Радио Книга" в г. Ижевске на частоте 92,8 МГц (источник — URL: **https://www.facebook.com/1050FMBook/posts/2602172210060210** (18.04.20)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО. 31 марта в 06.00 по местному времени филиал РТРС "Урало-Сибирский региональный центр" перевёл трансляцию радиостанции "Маяк" в г. Ханты-Мансийске на частоту 101,2 МГц, мощность передатчика — 2 кВт. Трансляция радиостанции "Маяк" на частоте 68,7 МГц прекращена.

"Маяк" уже вещает в г. Нижневартовске на частоте 89,5 МГц и в г. Сургуте — на частоте 107 МГц (источник — URL: **https://hmao.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-mayak-v-khanty-mansiyske/** (18.04.20)).

ЧУВАШИЯ. Представители Управления Роскомнадзора по Чувашской Республике приняли участие в работе приёмочной комиссии по вводу в эксплуатацию фрагмента сети электросвязи "Радиовещательная передающая станция частотой 100,5 МГц мощностью 1 кВт в Большесундырском сельском поселении Чувашской Республики".

Этот передатчик предназначен для трансляции радиопрограммы "Национальное радио Чувашии — Чаваш Ен" в г. Ядрине и прилегающих районах Чувашской Республики с ежедневно-круглосуточным эфирным вещанием (источник — URL: **https://www.rkn.gov.ru/news/regions/news72542.htm** (18.04.20)).

Радиостанция "Таван Радио" с 1 апреля начала трансляции своих передач в пгт Ибреси на частоте 107,5 МГц. "Таван Радио" — один из лидеров национального радиовещания Чувашии. Впервые вышло в эфир 17 декабря 2013 г. (Источник — URL: **https://vk.com/tavanradio?w=wall-67414311_87636** (18.04.20)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

БЕЛАРУСЬ. После прекращения трансляций в диапазонах длинных, средних и коротких волн остался один реальный шанс услышать в эфире передачи из этой страны. Радиостанция "Беларусь" (иновещание) в КВ-диапазоне транслирует передачи в летнем сезоне на частоте 6005 кГц с 07.00 до 09.00 ежедневно на немецком языке.

В вечернее время на частоте 3985 кГц с 19.30 до 19.50 — вещание на французском языке, с 19.50 до 20.10 — на испанском языке.

Все передачи транслируются с использованием маломощного ретранслятора коммерческого вещателя Shortwaveservice из Германии. Приём возможен преимущественно в Центральной Европе (источник — URL: **https://www.wwdxc.de/sws.shtml** (18.04.20)).

ВАТИКАН. Первая передача дня будет выходить в эфир в 12 ч 30 мин на частотах 9610 кГц и 11875 кГц, а также по спутниковому каналу Eutelsat 2. Передача повторяется в 16 ч 20 мин на частотах 9705 кГц и 11815 кГц.

Кроме того, все передачи выходят в эфир через потоковое интернет-вещание на третьем канале Vatican News, за исключением передачи в 9 ч 35 мин, которая транслируется на первом канале. Передачи можно также прослушать в записи, они доступны в формате подкаста на сайте Русской службы Vatican News.

Святая месса латинского обряда на русском языке из часовни Благовещения в Ватикане передаётся во второе и четвёртое воскресенье каждого месяца в 8 ч 30 мин на частотах 15595 и 17590 кГц, через потоковое интернет-вещание — на втором канале портала Vatican News, а также по спутниковому каналу Eutelsat 2 (источник — URL: **https://www.vaticannews.va/ru/vatican-city/news/2020-03/izmeneniya-v-setke-nashego-radioveshaniya.html** (18.04.20)).

ИРАН. Расписание трансляций на русском языке радиостанции ParsToday на летний сезон:

— с 03.20 до 04.20 — на частоте 11810 кГц в направлении Казахстана;

— с 13.20 до 14.20 — на частоте 1449 кГц (западная Туркмения);

— с 16.50 до 18.50 — на частоте 7290 кГц (западная Россия);

— с 19.20 до 20.20 — на частоте 702 кГц в направлении Западной Туркмении, Кавказа, Прибалтики и России (Источник — URL: **https://parstoday.com/ru/radio/frequencies** (18.04.20)).

ИСПАНИЯ. На страничке facebook Radio Exterior de Espana (иновещание) появилось объявление от 31 марта: "Radio Exterior de Espaca объединяет свои программы с Radio Nacional (внутреннее вещание "Испанского радио") для поддержки информативной программы с последними новостями о COVID-19". Как минимум, на неопределённый срок программы иновещания на коротких волнах заменяются внутренними программами на испанском языке (источник — URL: **https://ru-ru.facebook.com/RadioExterior/photos/a.197127690433188/2049027288576543/?type=3&theater** (18.04.20)).

КИТАЙ. "Международное радио Китая" транслирует программы на русском языке по расписанию, приведённому в **таблице**. Первый эфир программы дня звучит в 10.00, все остальные —

Время вещания, UTC	Частоты вещания, кГц
00.00—00.57	1521, 7430, 9445
01.00—01.57	1521, 5905, 13600
02.00—02.57	5905, 17640
03.00—03.57	5905, 15435, 17640, 17710
04.00—04.57	5905, 15445, 15665, 17640
05.00—05.57	15445, 15665
08.00—08.57	15335, 15665
09.00—09.57	15335, 15665
10.00—10.57	963, 1116, 7390, 9725, 11935
11.00—11.57	963, 1116, 1323, 1521, 9725, 9890, 11935
12.00—12.57	963, 1521, 6100, 7230, 11935, 13575, 13600, 17575
13.00—13.57	963, 1323, 1521, 5915, 5990, 7230, 9675, 13600
14.00—14.57	963, 1323, 1521, 5905, 9675, 11910
15.00—15.57	963, 1521, 5905, 5915, 5965, 5990, 9880, 13860, 15335
16.00—16.57	1521, 5905, 9605, 9730, 11875
17.00—17.57	1521, 7265, 7410, 9470, 11875
18.00—18.57	1521, 7210, 9560, 9765
19.00—19.57	1521, 6110, 7245, 9525
20.00—20.57	7245, 9525
23.00—24.00	7430, 9445

повторы этой передачи (источник — URL: **http://russian.cri.cn/data/608/20171029/12691.html** (18.04.20)).

ЛИТВА. Радиопередающий центр, расположенный в местечке Вешинтос, работает на частоте 1386 кГц с мощностью 75 кВт через ненаправленную антенну в виде мачты высотой 120 м. Расписание трансляций в летнем периоде:

— с 03.30 до 04.00 — "Радио Япония" на русском языке;

— с 04.00 до 05.00 — "Радио Польша" на белорусском языке;

— с 05.00 до 05.30 — "Радио Польша" на украинском языке;

— с 11.30 до 12.00 — "Радио Польша" на немецком языке;

— с 12.00 до 13.00 — "Радио Польша" на английском языке;

— с 15.30 до 16.00 — "Радио Польша" на польском языке;

— с 16.00 до 16.30 — "Радио Польша" на русском языке;

— с 17.30 до 18.00 — "Радио Япония" на русском языке;

— с 18.00 до 21.00 — "Радио Свобода" на русском языке.

ПРИДНЕСТРОВЬЕ. В летнем вещательном сезоне продолжается круглосуточная трансляция программ российской информационной радиостанции "Вести FM" на средневолновой частоте 1413 кГц с использованием радиопередатчика в Приднестровье мощностью 500 кВт (наблюдения автора рубрики (18.04.20)).

США. "Всемирное радио адвентистов" (Adventist World Radio, AWR) с программами на русском языке (они называются "Голос Надежды") в эфире ежедневно с 11.00 до 11.30 — на частоте 12090 кГц и с 20.00 до 20.30 — на частоте 7375 кГц. Используется 100-киловаттный передатчик, трансляции ведутся с о. Гуам — самого крупного из группы Марианских островов в Тихом океане (источник — URL: **https://awr.org/program/rustu_awr/?regional=1, ссылки: local schedule view schedule** (18.04.20)).

ЧЕХИЯ/США/ЛИТВА. Управляемая правительственной организацией США Broadcasting Board of Governors (BBG) радиостанция "Радио Свобода" вновь уменьшила время трансляции программ на русском языке в летнем сезоне (передатчик мощностью 75 кВт в местечке Вешинтос, Литва). Они в эфире с 18.00 до 21.00 на частоте 1386 кГц.

ЯПОНИЯ. Международный вещатель NHK World Japan ("Радио Япония") в эфире на русском языке в летнем сезоне:

— с 03.30 до 04.00 — на частоте 1386 кГц для северо-запада России, Украины, Белоруссии и Прибалтики;

— с 04.30 до 05.00 — на частоте 6165 кГц для европейской части России;

— с 05.30 до 06.00 — на частоте 11790 кГц для Дальнего Востока;

— с 11.00 до 11.30 — на частоте 7355 кГц для Дальнего Востока;

— с 16.00 до 16.30 — на частоте 927 кГц для Средней Азии;

— с 17.30 до 18.00 — на частоте 1386 кГц для северо-запада России, Украины, Белоруссии и Прибалтики (источник — URL: **https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/ja/information/brochure/pdf/2020/radio_frequency_schedule_20200329.pdf** (18.04.20)).

СЛУЖЕБНОЕ ВЕЩАНИЕ

Сводная информация о морских и погодных радиовещателях находится по адресу <**https://www.weather.gov/media/marine/rfax.pdf**>. Список отсортирован по странам, для каждого указаны частота, позывной сигнал, мощность, режим и время вещания.

Хорошего приёма и 73!

УКВ ЧМ-тюнеры для компьютера

П. ВЫСОЧАНСКИЙ, г. Рыбница, Приднестровье, Молдавия

Автор предлагает простой тюнер диапазона FM (УКВ2 или CCIR-диапазон), собранный в основном из покупных модулей и управляемый компьютером по USB. Разработаны варианты такого тюнера с передачей принятого сигнала, в том числе стереофонического, на вход звуковой карты компьютера по аудиокабелю и с передачей его в цифровом виде по тому же каналу USB, по которому ведётся управление тюнером. Для работы с тюнером разработана специализированная компьютерная программа.

Несмотря на наличие множества радиостанций, транслируемых в Интернете, не всегда возможно их прослушивать через сеть. В этом случае пригодится тюнер, подключаемый к компьютеру по одному из распространённых интерфейсов. Изучив существующие решения, автор обнаружил, что выбор тюнеров диапазона FM для компьютера весьма невелик. Как правило, это устройства заводского изготовления, сочетающие FM и телевизионный (DVB-T или DVB-T2) тюнеры. Были найдены описания нескольких FM-тюнеров, пригодных для самостоятельного изготовления, например [1], но с существенным недостатком — необходимостью соединять аудиовыход тюнера с линейным входом звуковой карты компьютера.

Это требует не только подключать к компьютеру дополнительный кабель, но и настраивать его операционную систему на передачу сигнала с линейного входа звуковой карты на её выход. При этом могут возникнуть сложности с регулировкой громкости звука от тюнера, возможны и конфликты с другими приложениями, использующими линейный или микрофонный вход звуковой карты. Этих недостатков лишён метод передачи звука по тому же интерфейсу, что и команды управления тюнером. Это, как правило, USB — на сегодня самый распространённый интерфейс.

В отличие от портов COM и LPT, которые в современных компьютерах практически не найти, USB имеется во всех настольных компьютерах и ноутбуках. Задачу разработки тюнера облегчает наличие множества микроконтроллеров с внутренним аппаратным адаптером

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

USB, что даёт возможность подобрать микроконтроллер, подходящий для тюнера.

Приступая к разработке, в качестве управляющего тюнером контроллера планировалось использовать плату Arduino Pro Micro, основа которой — микроконтроллер ATmega32U4, оснащённый аппаратным модулем USB. Но его встроенный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), необходимый для оцифровки принимаемого звукового сигнала, всего лишь десятиразрядный и обеспечивает оцифровку не более 15 тысяч отсчётов сигнала в секунду. Для высококачественного звука этого недостаточно.



Рис. 1

Рис. 2

По этой причине был выбран отладочный модуль с микроконтроллером STM32F103C8T6, показанный на **рис. 1**. На удивление, он оказался дешевле модуля Arduino Pro Micro, при том, что в нём установлен более совершенный и производительный микроконтроллер с большим объёмом памяти и высокой тактовой частотой, обладающий более совершенной периферией. В частности, АЦП в нём 12-разрядный с максимальной скоростью оцифровки миллион отсчётов в секунду. Это позволяет оцифровывать звуковой сигнал с приемлемым качеством.

Рис. 3

В качестве радиоприёмника была выбрана микросхема RDA5807M — широко распространённая и с хорошими техническими характеристиками. Удалось приобрести готовый модуль с этой микросхемой, показанный на **рис. 2**. Использование подобных модулей позволяет упростить схему тюнера и его изготовление. Но нужно иметь в виду, что назначение выводов и даже их число у одноимённых или похожих модулей с одной и той же микросхемой, но разных производителей могут различаться. Поэтому лучше ориентироваться не на номера выводов платы, а на надписи на ней.

Принципиальная схема одного из простых вариантов тюнера показана на **рис. 3**. Микроконтроллер модуля A2 по линиям B6 и B7, образующим шину I^2C, управляет микросхемой радиоприёмника, находящейся в модуле A1. Резисторы R1 и R2 необходимы для правильной работы шины I^2C. Как правило, они соединяют линии интерфейса с плюсовым выводом источника питания, но здесь резисторы подключены к цифровым выходам B5 и B8 соответственно, на которых программно устанавливается высокий логический уровень — напряжение 3,3 В. Это сделано для упрощения монтажа.

С выходов LOUT и ROUT радиоприёмника звуковые сигналы левого и правого стереоканалов поступают на аналоговые входы второго и третьего каналов АЦП модуля A2. Частота квантования — 44100 Гц. Для получения этой частоты один из таймеров микроконтроллера настроен на переполнение через каждые 22,675 мкс, благодаря чему он запускает АЦП с нужной частотой.

По окончании каждого преобразования АЦП активирует один из каналов прямого доступа к памяти микроконтроллера (англ. Direct Memory Access, DMA), поэтому результат преобразования из регистра данных АЦП без участия процессора переносится в буфер, организованный в оперативной памяти микроконтроллера.

Этот метод позволяет отказаться от прерывания программы микроконтроллера по завершении каждого преобразования АЦП. Запросы прерываний генерирует контроллер DMA по заполнении половины и всего буфера. Это, во-первых, снижает частоту следования запросов до нескольких десятков в секунду (зависит от объёма буфера) вместо нескольких десятков тысяч в случае прерываний от АЦП и, во-вторых, по каждому такому запросу становится доступным не один отсчёт сигнала, а их большая выборка, которую можно обработать и отправить в компьютер.

Это значительно разгружает процессорное ядро, которое во время накопления отсчётов имеет возможность решать другие задачи, например, интерпретировать управляющие команды, поступившие от компьютера. В случае отсутствия фоновых задач процессорное ядро просто "засыпает" до следующего запроса прерывания, что снижает шум оцифровки и немного уменьшает общее потребление энергии микроконтроллером.

Обрабатывая запрос прерывания от DMA, процессор определяет, какая из половин буфера заполнена, обрабатывает хранящиеся в ней данные и готовит их к передаче по USB. Из этих данных он формирует пакеты, которые помещает в кольцевой буфер для передачи по USB. Буфер необходим, поскольку объём информации в буфере DMA значительно больше, чем объём пакета, который можно отправить по USB за одну транзакцию.

Каждый пакет отправляются по USB лишь по окончании передачи предыдущего пакета. При этом порция данных соответствующего объёма копируется из кольцевого буфера в специальную область памяти, из которой аппаратный контроллер USB передаёт их в линию связи. Запросы прерываний от USB имеют наивысший приоритет, на время их обработки откладывается до завершения обработки прерывания от USB обработка всех других запросов (в том числе от DMA). Это связано с тем, что пакеты можно отправлять по USB не в любой момент времени, а лишь по запросу компьютера. При этом необходимо обеспечить минимальную задержку между запросом компьютера и ответом микроконтроллера. Это залог стабильной работы тюнера и отсутствия пропаданий звука, ведь скорость потока звуковых данных может достигать 2 Мбит/с.

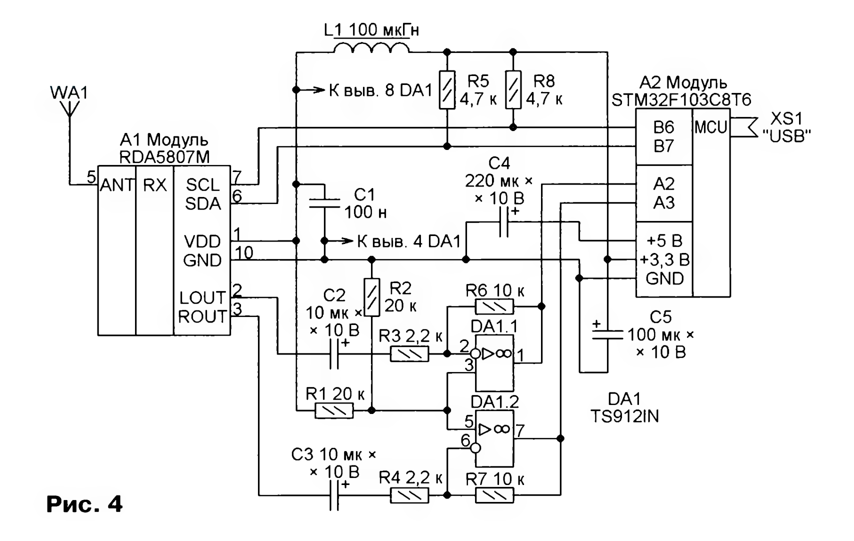


Рис. 4

При разработке схемы тюнера выводы модуля A2 были выбраны для выполнения необходимых функций таким образом, чтобы к ним можно было непосредственно подключить модуль A1. Он установлен с обратной микроконтрол-

леру стороны платы модуля A2 так, чтобы нужные выводы обоих модулей были максимально близки, и их можно было соединить согласно схеме короткими проводами. Резисторы R1 и R2 в оформлении для поверхностного монтажа припаяны соответственно между контактными площадками выводов B5, B6 и B7, B8 модуля A2. Между платами нужно проложить какой-либо изолирующий материал (картон или плотную бумагу).

При таком монтаже возможно появление в громкоговорителях свиста, тональность которого меняется в зависимости от частоты настройки приёмника. Он не очень громкий и, если акустическая система плохо воспроизводит высокие частоты, может быть вовсе незаметным. Причина его возникновения — слишком близкое расположение микроконтроллера и микросхемы радиоприёмника. При увеличении расстояния между ними свист исчезает.

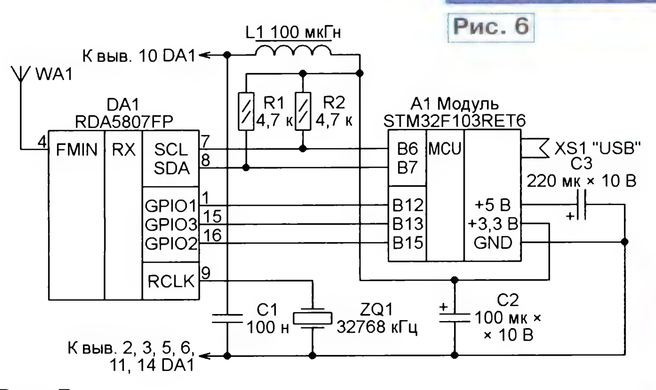


Рис. 5

Один из недостатков этой конструкции — сигнал с выхода радиоприёмника, амплитуда которого довольно мала, поступает непосредственно на вход АЦП микроконтроллера. Это не позволяет полностью реализовать возможности АЦП. Чтобы использовать все его 12 разрядов, амплитуду сигнала нужно значительно увеличить. Для этого между выходом радиоприёмника и входом АЦП необходим усилитель.

Схема доработанного тюнера показана на **рис. 4**. Двухканальный УЗЧ выполнен на сдвоенном ОУ DA1 и имеет коэффициент усиления около 4,5 по каждому каналу. В цепи питания добавлены блокировочные конденсаторы C4 и C5, а модуль радиоприёмника и УЗЧ питаются через LC-фильтр L1C1 подавляющий высокочастотные помехи, создаваемые микроконтроллером.

Если взглянуть на приведённую в [2] структурную схему микросхемы RDA5807M, видно, что принимаемый аналоговый радиосигнал разделяется в ней на квадратурные составляющие I и Q, которые преобразуются в цифровую форму блоком ADC (АЦП). Затем ядро DSP (цифровой сигнальный процессор, англ. Digital Signal Processor) демодулирует его и разделяет стереоканалы. Полученные цифровые звуковые сигналы левого и правого стереоканалов преобразуются обратно в аналоговые блоком DAC (ЦАП).

В рассматриваемом случае последнее преобразование — лишнее, поскольку в модуле A2 аналоговый сигнал снова приходится преобразовывать в цифровой. Если бы можно было получить цифровой стереосигнал непосредственно от ядра DSP, это избавило бы от лишних преобразований, позволив уменьшить искажения звука.

Рис. 6

Такая функция имеется в другой версии микросхемы — RDA5807FP. Она имеет многофункциональные выходы GPIO1, GPIO2 и GPIO3, которые в одном из режимов работы образуют шину I^2S (не путать с I^2C), разработанную для передачи звука в цифровом виде. Микросхема RDA5807FP способна передавать по шине I^2S 16-разрядный стереозвук с несколькими вариантами частоты дискретизации, среди которых имеется и 44100 Гц. Скорость цифрового потока данных в этом режиме — 1,411 Мбит/с.

Сложность в том, что микроконтроллер STM32F103C8T6 не имеет аппаратного адаптера I^2S, а его программная реализация при столь высокой скорости работает нестабильно. По этой причине было решено заменить микроконтроллер STM32F103C8T6 на STM32F103RET6, содержащий такой адаптер и отличающийся большим числом выводов, объёмом памяти и набором периферийных модулей. Так как эти микроконтроллеры очень схожи, в программу потребовалось внести минимальные изменения. По сути, только вместо АЦП использовать I^2S и немного откорректировать процедуру инициализации микросхемы радиоприёмника, чтобы должным образом сконфигурировать последнюю.

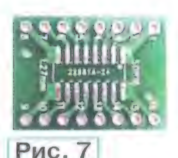


Рис. 7

Схема тюнера с цифровой передачей звуковой информации показана на **рис. 5**. Он состоит из модуля микроконтроллера A1 (**рис. 6**) и микросхемы DA1 RDA5807FP, смонтированной на переходной плате **рис. 7**. Если с платы модуля A1 демонтировать держатель элемента питания часов реального времени, расположенный на стороне платы, противоположной изображённой на рис. 6, на его место можно установить плату с микросхемой RDA5807FP, не забыв поместить между платами изоляционную прокладку.

Загрузить программу в микроконтроллер серии STM32 можно через отладочные интерфейсы JTAG или SWD либо через USART с помощью встроенного загрузчика. В первом случае потребуется отладчик ST-Link и утилита STM32 ST-LINK utility [3]. На правой боковой стороне показанной на рис. 1 платы с микроконтроллером STM32F103C8T6 расположены четыре контакта интерфейса SWD. Их необходимо соединить с отладчиком. На плате с микроконтроллером STM32F103RET6, показанной на рис. 6, предусмотрен двадцатиконтактный разъём интерфейса JTAG. Если отладчик имеет только интерфейс SWD, чтобы не искать соответствующие контакты в разъёме JTAG модуля, можно подключить отладчик к основным выводам модуля согласно **табл. 1**.

Когда модуль соединён с отладчиком, а он подключён к компьютеру, следует запустить утилиту STM32 ST-LINK utility и открыть показанное на **рис. 8** окно программирования, щёлкнув мышью по пункту "Program & Verify" в меню "Target". В нём следует указать путь к файлу *.hex, содержащему подлежащие загрузке коды, после чего нажать на экранную кнопку "Start". Если процесс загрузки завершится без ошибок, утилита сообщит об этом (**рис. 9**). После этого её можно закрыть.

Таблица 1

Контакт SWD	Вывод модуля
3.3V	3.3V
SWDIO	A13
SWCLK	A14
GND	GND

Иногда при установке связи компьютера с микроконтроллером происходит ошибка. В этом случае следует убедиться в правильности соединения отладчика с микроконтроллером. Если всё подключено верно, необходимо, отключив питание, перевести на плате изображённого на рис. 6 модуля переключатель BOOT0 в положение 1, а BOOT1 в положение 0 и снова попытаться установить связь с микроконтроллером. Это предотвратит запуск программы, находившейся в микроконтроллере ранее, и не позволит ей помешать работе отладчика. По окончании загрузки нужно вернуть переключатель BOOT0 в положение 0.

В случае отсутствия отладчика ST-Link загрузить программу в микроконтроллер можно через его USART. Для этого необходимо скачать и установить

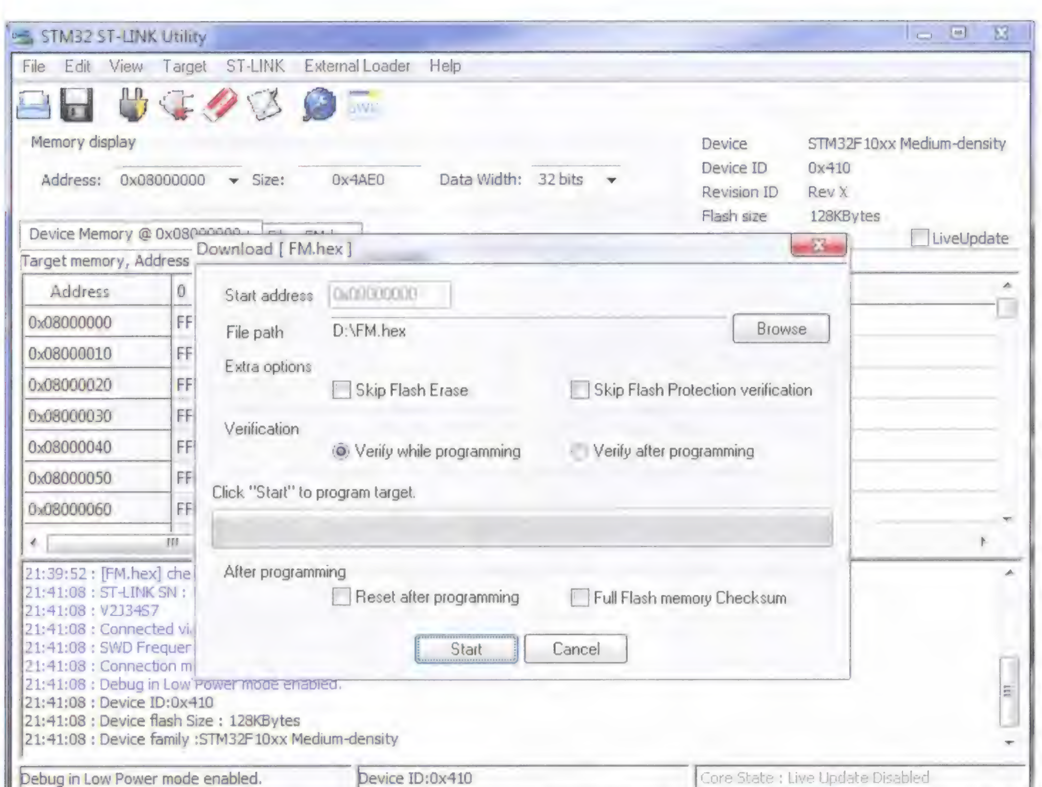


Рис. 8

21:41:08 : Connected via SWD.
21:41:08 : SWD Frequency = 4,0 MHz.
21:41:08 : Connection mode : Normal.
21:41:08 : Debug in Low Power mode enabled.
21:41:08 : Device ID:0x410
21:41:08 : Device flash Size : 128KBytes
21:41:08 : Device family :STM32F10xx Medium-density
21:46:23 : Memory programmed in 3s and 572ms.
21:46:23 : Verification...OK
21:46:23 : Programmed memory Checksum: 0x001C3475

Рис. 9

приложение "Flash loader demonstrator" [4]. Необходим также конвертер USB-UART, который следует подключить к плате микроконтроллера. К плате с STM32F103C8T6 это следует сделать согласно **табл. 2**. На плате с STM32F103RET6 имеется восьмиконтактный разъём, на который выведены сигналы USART.

Далее нужно переключатель (на некоторых платах — перемычку) BOOT0 перевести положение 1, а BOOT1 в положение 0. В результате после подачи питания будет активирован встроенный загрузчик. Запустив приложение STMFlashLoader Demo, необходимо выбрать COM-порт, назначенный операционной системой конвертеру USB-USART, и нажать на экранную кнопку "Next". В случае сбоя связи, будет выведено сообщение об ошибке. Если это произошло, проверьте подключение на наличие контакта и на отсутствие ошибок (возможно, перепутаны местами линии TXD и RXD). Если приложению удастся связаться с загрузчиком, оно выведет сообщение "Target is readable" и предложит нажать на экранную кнопку "Next" для продолжения.

Таблица 2

Цепь	Вывод модуля
3,3 В	3.3V
TXD	A9
RXD	A10
SG	GND

В следующем окне нужно выбрать из списка целевое устройство. Для микроконтроллера STM32F103C8T6 это "STM32F1_Med-density_64K", а для STM32F103RET6 — "STM32F1_High-density_512K". Затем нажать на экранную кнопку "Next". В открывшемся окне, показанном на **рис. 10**, следует выбрать "Download to device", указать путь к загружаемому файлу *.hex в поле "Download from file" и ещё раз нажать на экранную кнопку "Next".

После этого начнётся процесс загрузки программы в микроконтроллер. После его успешного завершения и появления сообщения "Download operation finished successfully" можно закрыть приложение.

Для работы с тюнером разработана компьютерная программа "FM Radio" с главным окном, показанным на **рис. 11**. В его верхней части находится заголовок, позволяющий перемещать окно по экрану и отображающий названия программы и радиостанции. В правой части заголовка расположен ряд экранных кнопок, предназначенных для открытия окна настроек, закрепления окна на переднем плане, а также его сворачивания и закрывания. Ниже отображается частота принимаемой радиостанции, уровень её сигнала, процент заполнения потокового буфера и другая информация.

Ещё ниже находится ряд экранных кнопок управления тюнером. Кнопки в его левой части позволяют включить тюнер, настроиться на предыдущую или следующую (по частоте или согласно списку) радиостанцию. Далее располагается регулятор громкости, а за ним экранная кнопка выключения звука. Справа от него — экранная кнопка запуска и остановки записи принимаемой передачи в файл. Записи хранятся в папке SoundSaves, находящейся в папке приложения. Их имена состоят из частоты радиостанции, текущих даты и времени.

Flash Loader Demonstrator
life.augmented
Erase
All
Selection
Download to device
Download from file
D:\FM.hex
Erase necessary pages
No Erase
Global Erase
@ (h) 8000000
Jump to the user program
Optimize (Remove some FFs)
Verify after download
Apply option bytes
Upload from device
Upload to file
Enable/Disable Flash protection
DISABLE
WRITE PROTECTION
Edit option bytes
Back
Next
Cancel
Close

Рис. 10



Рис. 11

мыши на строку, которую следует переместить, нажать на левую кнопку мыши, передвинуть строку в нужную позицию и отпустить кнопку мыши.

Кнопка запускает поиск радиостанций. Выполняется сканирование диапазона FM, обнаруженные радиостанции добавляются в список. На это время окно приложения блокируется, чтобы случайно не помешать процессу поиска. По завершении поиска будет выведено сообщение о числе найденных радиостанций.

Когда приложение запущено, его значок отображается в системном трее. Дважды щёлкнув по нему левой кнопкой мыши, можно скрыть или отобразить главное окно приложения. Щелчок правой кнопкой мыши отобразит плавающее меню, показанное на рис. 13. Оно дублирует меню значка в трее. Когда окно активно и курсор находится в его пределах, колёсиком мыши изменяют громкость воспроизведения принимаемого сигнала.

Выбор в меню пункта "Настройки" откроет окно, показанное на **рис. 15**. По умолчанию активна вкладка "Приложение". Отмеченный пункт "Анимация в главном окне" разрешает отображать в главном окне пиковый индикатор сигнала, анимацию значка записи и прохождения информации через буфер потокового воспроизведения.

В поле "Запуск" можно разрешить автоматический запуск программы при загрузке операционной системы и автоматическое включение тюнера при её старте, а также разрешить работать только одной её копии. Попытки запуска других копий приведут к их закрытию и активизации главного окна ранее запущенной программы. Чтобы этот запрет начал действовать, перед его включени-

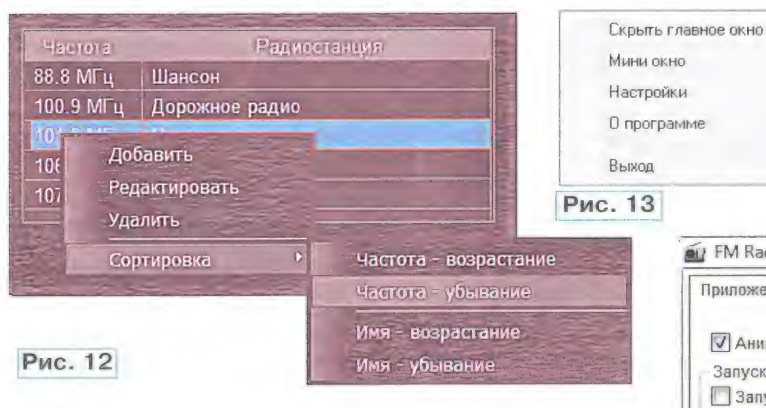


Рис. 12

Скрыть главное окно
Мини окно
Настройки
О программе
Выход

Рис. 13

Рис. 14

Под регулятором громкости расположена экранная кнопка открывания и закрывания списка радиостанций. Она позволяет скрыть список, чтобы уменьшить площадь, занимаемую окном на экране. Когда список открыт, доступно изменение размера окна. Двойной щелчок левой кнопкой мыши по строке списка приводит к перестройке тюнера на выбранную радиостанцию. Щелчок правой кнопкой мыши откроет плавающее меню **рис. 12**, позволяющее добавлять, редактировать и удалять радиостанции, а также сортировать их. Некоторые функции этого меню продублированы кнопками под таблицей.

Кнопка позволяет заблокировать или разблокировать ручную сортировку списка радиостанций. Когда она разблокирована, можно с помощью мыши произвольно перемещать строки таблицы. Для этого следует навести курсор

рис. 13. Его пункт "Скрыть главное окно" работает аналогично двойному щелчку по значку левой кнопкой мыши. Пункт "Мини окно" отображает на экране небольшое окно, показанное на **рис. 14**, в котором продублированы основные элементы управления тюнером. Его можно переместить в любую часть экрана, зажав левую кнопку мыши в области окна, свободной от кнопок.

Щелчок правой кнопкой мышки по свободной области, отобразит плавающее меню, показанное на рис. 13. Оно дублирует меню значка в трее.

FM Radio - настройки

Приложение | Тюнер | Звук

☑ Анимация в главном окне

Запуск
☐ Запуск с Windows ☑ Только одна копия приложения
☐ Включить тюнер при запуске

Трей
☐ Сворачивать в трей ☐ Закрывать в трей
☑ Отображать сообщения

Мини окно
☐ Прозрачность окна 100 ☑ Непрозрачность при наведении
☑ Поверх остальных окон ☐ Информация о радиостанции

ОК | Отмена | Применить

Рис. 15

FM Radio - настройки

Приложение | Тюнер | Звук

Устройство воспроизведения: По умолчанию

Баланс Л П

Усиление звука
☑ Включить усиление звука 10.0 дБ
☑ Автоматическая регулировка усиления

Запись
Формат файла: WAVE ☐ Подтверждение начала записи
☐ Подтверждение завершения записи

ОК | Отмена | Применить

Рис. 17

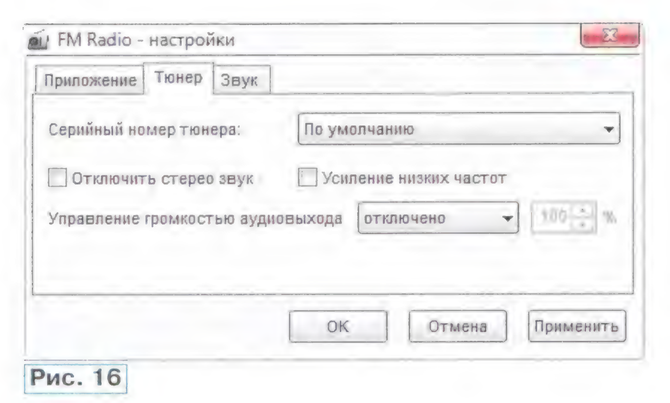


Рис. 16

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ем все ранее запущенные копии программы следует закрыть вручную. Необходимо помнить, что все режимы работы программы привязаны к папке, из которой она запущена. Если несколько её копий находятся в разных папках, их настройки могут быть разными.

В поле "Трей" можно разрешить сворачивать главное окно в трей и закрывать его. При этом оно исчезает с экрана. Если отмечен пункт "Отображать сообщения", часть информационных сообщений (например, уведомление об отключении тюнера от USB-разъёма компьютера) будут отображаться в виде уведомлений трея вместо показа в окне.

Поле "Мини окно" содержит настройки окна, показанного на рис. 14. По умолчанию оно непрозрачно, как показано на рисунке, но при необходимости можно задать степень его прозрачности, а также разрешить становиться непрозрачным при наведении курсора мыши. Чтобы другие окна не скрывали мини окно, следует отметить пункт "Поверх остальных окон". Если отмечен пункт "Информация о радиостанции", при наведении курсора мыши на область отображения частоты, будет показано название радиостанции, уровень сигнала и другие параметры.

На вкладке "Тюнер" (**рис. 16**) можно выбрать, используемый программой тюнер, выбрав его серийный номер из списка. Если выбрано "По умолчанию", будет использован первый найденный тюнер, подключённый к компьютеру. Специально для тюнера, собранного по схеме, изображённой на рис. 4, был добавлен режим "Управление громкостью аудиовыхода". Дело в том, что уровни звуковых сигналов радиостанций могут быть разными, а при большой их амплитуде возможно ограничение звукового сигнала в усилителе на ОУ DA1, что вызывает искажения звука. Чтобы устранить его, нужно в выпадающем списке выбрать одну из строк "автоматически" или "вручную". В первом случае микроконтроллер будет анализировать звуковой сигнал и при необходимости уменьшать его амплитуду на выходе радиоприёмника. Во втором случае можно будет регулировать усиление сигнала переключателем, находящемся справа от списка.

На вкладке "Звук" (**рис. 17**) в выпадающем списке "Устройство воспроизведения" можно выбрать выход звуковой карты, через который будет воспроизводиться звук. Если выбран пункт "По умолчанию", это решение принимает операционная система.

В поле "Усиление звука" можно задать уровень программного усиления звука. Это особенно актуально для тюнера, собранного по схеме, показанной на рис. 3. Как было сказано ранее, в нём работают не все разряды АЦП микроконтроллера (приблизительно 10 из 12). А ЦАП звуковой карты компьютера 16-разрядный. Поэтому, если не принять специальных мер, звук будет очень тихим даже при максимальном установленном уровне громкости. Программное усиление увеличит громкость звука, однако его качество останется прежним. Автоматическая регулировка усиления позволяет избежать выхода мгновенных значения звуковых сигналов за пределы 16-разрядной сетки ЦАП. Она также может выровнять громкость приёма радиостанций, если она различна, но для этого должно быть установлено достаточно большое усиление.

В поле "Запись" можно выбрать формат создаваемого аудиофайла (WAVE или MP3) и включить подтверждение начала и окончания записи. Для записи в формате MP3 в операционной системе должен быть установлен MP3 Encoder для Audio Compression Functions. Проще всего это сделать, установив пакет K-Lite Codec Pack [5].

Программа FM Radio представлена в вариантах для 32- и 64-разрядных компьютеров. Её работа проверена с операционными системами Windows XP, Windows 7, Windows 8 и Windows 10. Возможна работа и с Windows 2000, но для этого необходимо установить компонент GDIPlus, отсутствующий в дистрибутиве этой системы.

Конфигурация программы хранится в папке, из которой она запущена. Для её нормальной работы необходимы права на чтение, запись и выполнение. Этим условиям соответствует, например, папка "Мои документы".

ЛИТЕРАТУРА

1. USB FM-Tuner для компьютера. — URL: **https://radiokot.ru/konkursCatDay2014/42/** (11.04.2020).
2. RDA5807M — микросхема FM приёмника. — URL: **http://microsin.net/adminstuff/hardware/rda5807m-broadcast-fm-radio-tuner.html** (11.04.2020).
3. STM32 ST-LINK utility. — URL: **https://www.st.com/en/development-tools/stsw-link004.html** (11.04.2020).
4. STM32 Flash loader demonstrator (UM0462). — URL: **https://www.st.com/en/development-tools/flasher-stm32.html** (11.04.2020).
5. Download K-Lite Codec Pack. — URL: **https://codecguide.com/download_kl.htm** (11.04.2020).

***От редакции**. По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/tuner.zip** имеются программы для микроконтроллеров и компьютера.*

Самодельное экономичное электронное реле

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автор статьи предлагает вариант самодельного электронного реле с гальванической развязкой микромощного управляющего входа и выхода. Отличительная особенность этого реле — оно очень экономично, мощность управления не превышает долей милливатта.

Для коммутации мощной нагрузки, в том числе и в сети 230 В, широко используются электромагнитные реле, однако они не очень экономичны. В продаже имеются так называемые оптореле, полностью электронные (бесконтактные), у которых между входной и выходной цепями существует оптическая связь. Они более экономичны, однако недёшевы и требуют тока управления, как правило, более 1 мА. Между тем сделать похожее реле с гальванической развязкой можно самостоятельно, при этом оно будет более экономичным. Схема такого реле показана на **рис. 1**. Оно содержит блокинг-генератор на транзисторе VT1 и трансформаторе T1, выпрямитель на диоде VD1 и мощные коммутирующие транзисторы VT2 и VT3.

После подачи напряжения на вход устройства блокинг-генератор формирует импульсы длительностью около 1 мкс, с периодом следования 0,5...0,9 мс. Импульсы вторичной обмотки выпрямляет диод VD1, и выпрямленное напряжение поступает на затворы транзисторов VT2 и VT3, которые открываются. Напряжение на затворах примерно в два раза больше входного напряжения. За счёт встречно-последовательного включения этих транзисторов они способны коммутировать нагрузку в цепи переменного тока. После отключения входного напряжения конденсатор C3 разряжается через резистор R2, и транзисторы VT2, VT3 закрываются. Стабилитрон VD2 защищает затворы транзисторов от недопустимого напряжения.

На **рис. 2** показаны зависимости периода следования импульсов и среднего тока, потребляемого цепью от входного напряжения. Как видно из этого рисунка, устройство очень экономично. Малый входной ток позволяет управлять таким реле от маломощного источника сигнала, например, микроконтроллера или выхода логического КМОП-элемента. В интервале входных

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

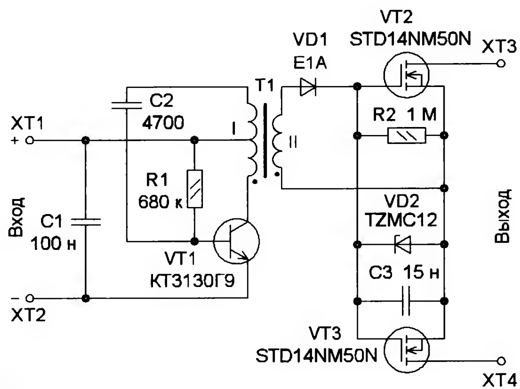


Рис. 1

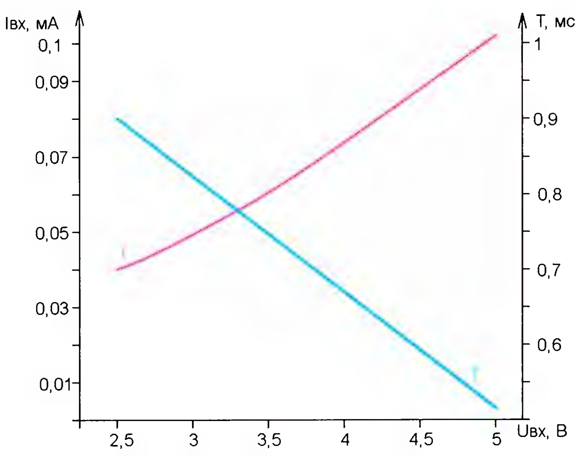


Рис. 2

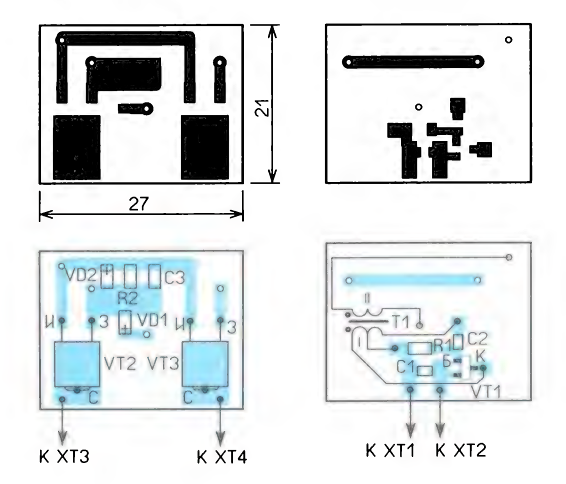


Рис. 3

Рис. 4

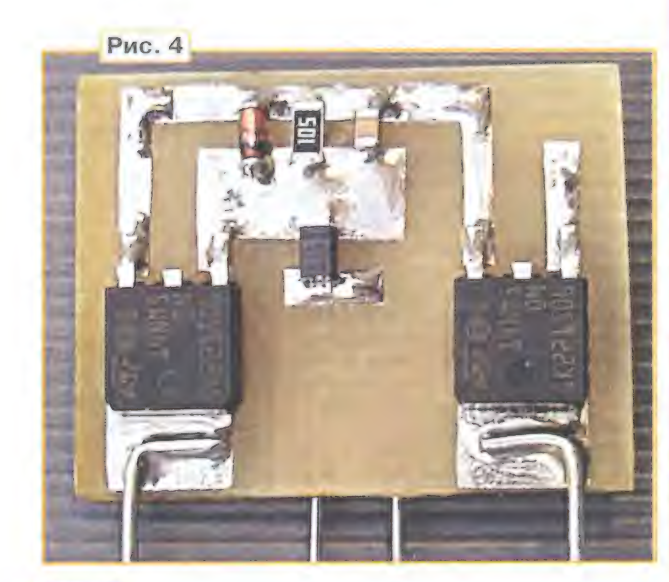
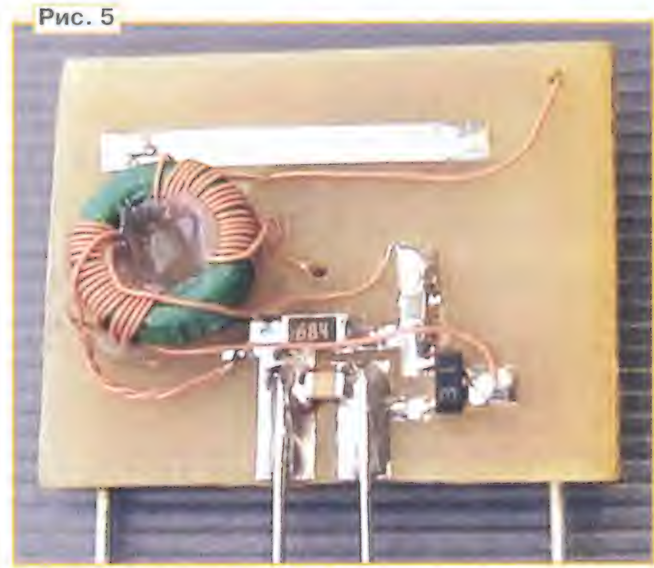


Рис. 5



напряжений 2,5...5 В с указанными переключательными транзисторами сопротивление выходной цепи не превышает 0,6...0,7 Ом. Максимальный ток в выходной цепи зависит от сопротивления открытых каналов полевых транзисторов и может достигать нескольких ампер. Нагрузка — осветительные лампы и нагревательные элементы небольшой мощности.

Все элементы размещены на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2 мм, чертёж которой показан на **рис. 3**. Через отверстия в плате отрезками лужёного провода диаметром 0,5 мм соединены соответствующие печатные площадки на противоположных сторонах. Применены конденсаторы и резисторы типоразмера 1206 или 0805, транзистор КТ3130Г9 можно заменить любым транзистором этой серии, транзисторы VT2, VT3 могут быть высоковольтными в корпусе TO220, например, IRF840 и аналогичные, но при этом придётся скорректировать печатную плату. Диод VD1 должен быть быстродействующим выпрямительным или импульсным, например серии 1N4148. Стабилитрон — любой маломощный с напряжением стабилизации 10...15 В. Контакты XT1—XT4 — выводы из лужёной проволоки диаметром 0,8...1 мм. Трансформатор намотан на кольцевом магнитопроводе диаметром 8,2 мм и высотой 3,5 мм от трансформатора КЛЛ. Обмотки мотают на противоположных сторонах кольца, они содержат по 20 витков провода диаметром 0,15...0,2 мм в надёжной изоляции. У первичной обмотки отвод сделан от середины, поэтому её удобнее мотать вдвое сложенным проводом и получившиеся выводы соединить в соответствии со схемой. В авторском варианте применён провод ПЭПЛОТ-0,16, у которого повышенная механическая и электрическая прочность (пробивное напряжение — 1,5 кВ), что обеспечивает надёжность и безопасность. Но намотку следует проводить аккуратно, чтобы не повредить изоляцию.

И в любом случае следует обратить особое внимание на надёжную гальваническую развязку между элементами блокинг-генератора, входной цепи и выходной цепью с полевыми транзисторами.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 4** и **рис. 5**. Чтобы сделать конструкцию завершённой и более универсальной для применения, плата с деталями помещена в пластмассовый кожух размерами 29×24×12 мм от электромагнитного реле (**рис. 6**). Со стороны выводов плата залита термоклеем чёрного цвета. Впрочем, конструкция может быть и иной, а габаритные размеры меньше. Для защиты от неправильной полярности входного напряжения во входную цепь (катодом к контакту XT1) можно установить маломощный диод Шоттки, например 1N5817 (SM5817).

При налаживании следует обратить внимание на то, чтобы блокинг-генератор не самовозбуждался на частоте паразитного LC-контура, образованного обмотками трансформатора и конденсаторами, в том числе и паразитными. Чтобы этого добиться, пришлось установить конденсатор C1 сравнительно большой ёмкости. При налаживании желательно использовать осциллограф. Основной признак самовозбуждения — повышенный потребляемый ток, несколько миллиампер и даже более. Ёмкость конденсатора C3 не должна быть слишком большой, поскольку от него зависит скорость включения и выключения транзисторов VT2 и VT3, но с другой стороны, в случае его малой ёмкости могут быть существенные пульсации выпрямленного напряжения на затворах полевых транзисторов. Поэтому после налаживания блокинг-генератора, возможно, придётся подобрать конденсатор C3. При замене стабилитрона следует учесть, что его напряжение стабилизации должно быть больше напряжения на конденсаторе C3, в противном случае входной ток возрастёт.



Рис. 6

__От редакции__. Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut размещён по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/rele.zip*** *на нашем сервере.*

Одноплатные компьютеры семейства Onion

В. ИНШАКОВ, г. Елец Липецкой обл.

Сегодня за рубежом всё большую популярность набирают относительно новые недорогие микрокомпьютеры семейства Onion. В России они малоизвестны, хотя иногда попадаются в Интернет-магазинах. Но русскоязычной документации очень мало. Автор приобрёл себе такой микрокомпьютер и делится своими впечатлениями. В статье дано краткое описание одноплатного компьютера Onion Omega2 и его особенностей, рассказано о его первичной настройке.

Ассортимент недорогих одноплатных компьютеров для любителей сегодня весьма велик. Самый известный из них, пожалуй, Raspberry Pi. Но что же такое одноплатный компьютер и почему нельзя обойтись мощным микроконтроллером? Такой компьютер можно считать почти полноценным компьютером небольших размеров, но с большой вычислительной мощностью. Важная его особенность — готовая операционная система (ОС), с которой его поставляют потребителю. Обычно это ОС на базе Linux со всеми драйверами для конкретной периферии. Без неё одноплатный компьютер совершенно бесполезен.



Рис. 1 Рис. 2

В каких же случаях такой компьютер может потребоваться? Прежде всего, он предназначен в основном для программистов, а не разработчиков аппаратуры. При разработке для него собственных программ достаточно пользоваться лишь возможностями операционной системы без погружения в низкоуровневую периферию и регистры, как это делают при разработке программ для микроконтроллеров. Выбор языков программирования очень велик. Кроме привычных C и C++, доступны языки более высокого уровня — Python, LUA, Java, Node.js, Ruby, PHP. Это не полный, но заманчивый перечень для такой крохи, как микроконтроллер семейства Onion.

Основные преимущества одноплатных компьютеров:

- наличие готовой ОС, поддерживаемой производителем, с драйверами и управляющим интерфейсом (обычно терминалом), диагностическими (сервисными) утилитами, возможность подключения к Интернету, управление подключениями средствами ОС;
- возможность программировать на высокоуровневых интерпретируемых языках;
- возможность параллельной работы нескольких приложений;
- большая вычислительная мощность, возможность создавать мощные многопользовательские (в том числе графические) и веб-приложения;
- возможность задействовать в своих приложениях СУБД;
- возможность работать с мультимедиа (видео и звуком);
- множество готового стороннего программного обеспечения и библиотек;
- наличие адаптеров интерфейсов USB, I^2C, SPI, SD-карт, возможность подключения жёстких дисков средствами ОС;
- нет необходимости изучать низкоуровневые интерфейсы и регистры процессора.

Этот перечень соответствует возможностям привычного настольного персонального компьютера, хотя он

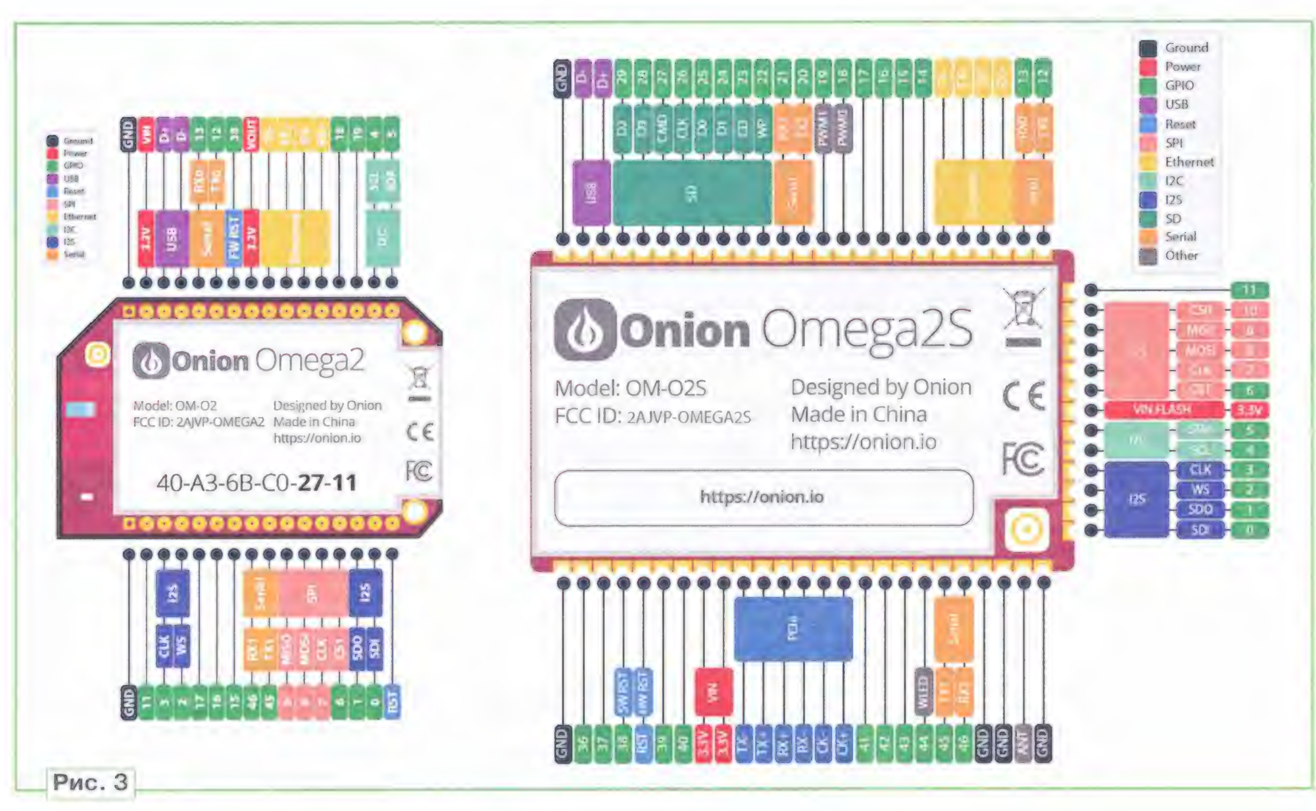


Рис. 3

описывает возможности всего лишь небольшой платы размером меньше спичечного коробка. Но у одноплатных компьютеров есть и существенные недостатки, касающиеся, в основном, низкоуровневой аппаратной части:

— большие неконтролируемые задержки в приложениях пространства пользователя (user-space);

— сложность управления такими аппаратными средствами как DMA и обработкой асинхронных аппаратных запросов прерывания из-за ограничений ОС;

— большое по сравнению с микроконтроллерами энергопотребление и невозможность управления питанием;

— большая длительность загрузки ОС.

По этим пунктам одноплатные компьютеры сильно уступают микроконтроллерам. Чтобы воспользоваться низкоуровневыми аппаратными возможностями процессора, необходимо не только знать его регистры, но и уметь писать драйверы устройств (модули ядра в Linux), а эта сложная задача зачастую не по силам любителю.

Хотя напрямую обращаться к регистрам процессора технически возможно, если запустить приложение от имени суперпользователя root. Есть даже примеры таких программ для Onion Omega2. Но с точки зрения ОС, такое решение крайне неграмотно, поскольку существует опасность повредить содержимое памяти, а какой-либо из драйверов может неожиданно обратиться к используемому регистру и изменить его состояние. К тому же, приложения пользователя имеют низкий приоритет, поэтому при переключениях контекста неизбежны потери скорости работы с регистром.

Таблица 1

Параметр	Одноплатный компьютер	
	Omega2	Omega2+
Тип процессора	MT7688, SoC, MIPS24KEc, 32 разр.	
Тактовая частота, МГц	580	520
ОЗУ DDR2 DRAM, Мбайт	64 (новые — 128)	128
FLASH-память, Мбайт	16 (новые —32)	32
Слот MicroSD для расширения памяти	Нет	Есть
USB 2.0 (ведущий)	Есть	
Число выводов GPIO	8	
Число каналов ШИМ	2	
Число адаптеров UART	2	
Число адаптеров I²C	1	
Число адаптеров SPI	1	
Число адаптеров I²S	1	
Напряжение питания, В	3,3	
Ток потребления, мА	180...220	

В итоге всё станет работать вразнобой либо вовсе зависнет. Кроме того, подобное приложение может быть только однопользовательским. Оно будет жёстко привязано к архитектуре конкретного процессора, теряя тем самым переносимость.

К счастью, все необходимые для основной периферии драйверы в ОС одноплатного компьютера имеются, разрабатывать собственный драйвер вряд ли придётся. Если же необходимо обрабатывать следующие с большой частотой запросы прерывания от какого-либо внешнего устройства, лучше всего обеспечить буферизации данных, используя внешний микроконтроллер. Когда это невозможно или приложение должно строго выдерживать заданные временные соотношения, следует искать решение в применении ОСРВ (операционной системы реального времени), но в бытовой аппаратуре это не практикуется. Нужно сказать, что такие же сложности возникают и с настольными компьютерами.

Фотоснимок одноплатного компьютера Omega2 (Omega2+) семейства Onion представлен на **рис. 1**, его размеры всего 42,9×26,4 мм. Есть и вариант Omega2S для поверхностного монтажа, представленный на **рис. 2**. Он ещё меньше — 34×20 мм. На **рис. 3** показано назначение выводов этих микрокомпьютеров.

Рассматриваемые одноплатные компьютеры поддерживают сетевое соединение по Wi-Fi (2,4 ГГц, IEEE 802.11 b/g/n). Причём они могут одновременно служить и клиентом, и точкой доступа беспроводной сети. Вариант, показанный на рис. 1, имеет встроенную антенну и высокочастотный разъём для подключения внешней антенны. У варианта на рис. 2 есть только разъём, а встроенная антенна не предусмотрена.

С компьютерной сетью можно соединиться и по интерфейсу Ethernet (10 МГц / 100 МГц), однако для этого требуется подключить к плате микрокомпьютера внешний трансформатор

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

или приобрести готовую плату расширения Ethernet Expansion.

В **табл. 1** представлены основные технические характеристики одноплатных компьютеров Omega2 и Omega2+. I^{2}S — это стандарт звукового интерфейса для специальных контроллеров АЦП/ЦАП, который не следует путать с I^{2}C. К сожалению, интерфейс I^{2}S пока не развивается производителем, официальных драйверов для него нет, поэтому подключить к микрокомпьютеру звуковую карту с его помощью очень трудно, хотя некоторым и удаётся. Производитель предлагает пользоваться в подобных случаях звуковыми картами с интерфейсом USB. Те, кому интересен интерфейс I^{2}S, могут подробнее узнать о нём на форуме [1].

Как уже было сказано, компьютеры семейства Onion Omega поставляют с предустановленной ОС на базе Linux OpenWRT [2] без графической подсистемы (терминала), но с работающим веб-интерфейсом. Эта ОС была создана для роутеров и сильно урезана по сравнению с привычным Linux для настольных компьютеров. Зато она не занимает много дискового пространства — около 16 Мбайт. Такая ОС хорошо подходит для одноплатного компьютера. Она достаточна, чтобы запускать приложения и выполнять простые сервисные операции. Система оптимизирована для работы на слабых компьютерах, журналы и временные файлы она не записывает непосредственно во FLASH-память, сохраняя её ресурс.

В ОС встроены драйверы для популярных преобразователей USB-COM PL2303, FT232, CP210x. За счёт этого можно по USB организовать связь с несколькими UART.

Для обучения и опытов лучше выбирать одноплатный компьютер Omega2+, поскольку меньшего, чем у него, объёма встроенной памяти точно не хватит. Желательно приобрести и плату расширения Expansion Dock. Дело в том, что разъёмы плат Omega2 и Omega2+ имеют шаг контактов 2 мм вместо привычных 2,54 мм, поэтому подключать к ним внешние устройства неудобно. А на плате Expansion Dock имеется двухрядный разъём с шагом контактов 2,54 мм, переходник microUSB-COM для подключения к терминалу при первичной настройке, разъём USB ведущего и преобразователь напряжения 5 В в 3,3 В. Микрокомпьютер можно питать от разъёма USB компьютера или зарядного устройства для телефона.

Первое включение и настройка

При первом включении нужно обеспечить одноплатному компьютеру доступ к терминалу для настройки. Существует два способа сделать это. Первый — через точку доступа Wi-Fi, которую создаёт этот компьютер. Он предназначен скорее для пользователей, а не для разработчиков программ, не универсален и поэтому в статье не рассматривается. Второй — подключение к терминалу через последовательный (COM) порт. Для этого нужна плата расширения Expansion Dock или самодельный переходник для подключения к COM или USB-порту настольного компьютера. Оба способа хорошо описаны в [3] и [4]. В отсутствие платы расширения можно посмотреть в [5] её схему, чтобы не ошибиться, подключая свой переходник.

Итак, предполагая, что плата Expansion Dock или её аналог имеется и физическое подключение выполнено, переходим к программной части. На компьютере необходимо установить терминальную программу. Для Windows лучше всего подходит PuTTY, она поддерживает соединение SSH, которое будет использовано позже. Запустив её, достаточно указать номер COM-порта, с которым связан одноплатный компьютер, и скорость передачи информации 115200 Бод, всё остальное — по умолчанию.

Если с момента запуска одноплатного компьютера до соединения его с терминалом прошло много времени, приёмное окно последнего, скорее всего, останется пустым. Если же соединиться с терминалом до завершения загрузки ОС, в этом окне можно увидеть сообщения ядра dmesg. В любом случае по завершении загрузки ОС в одноплатный компьютер нужно нажать на клавишу Enter и в окне терминала появится стандартное приветствие Linux (**табл. 2**).

Таблица 2

```
BusyBox v1.28.3 () built-in shell (ash)

 W H A T  W I L L  Y O U  I N V E N T ?
 -----------------------------------------
   Ω-ware: 0.3.2 b233
 -----------------------------------------
root@Omega-D913:/#
```

Первым делом необходимо связать одноплатный компьютер со своим Wi-Fi роутером, чтобы получить доступ в Интернет. Для этого нужно набрать команду Wifisetup и далее следовать выводимым в окно терминала сообщениям. После успешного ввода пароля своего Wi-Fi роутера рекомендуется подождать 30 с, после чего снова нажать на клавишу Enter и переходить к дальнейшим настройкам.

Проверить успешность соединения можно, подав команду ifconfig apcli0.

В случае успеха в окне терминала появятся сообщения, подобные приведённым в **табл. 3**, в том числе IP-адрес одноплатного компьютера, который выделен красным фоном.

Таблица 3

```
apcli0    Link encap:Ethernet  HWaddr 40:A3:6B:C1:D9:15
          inet addr:192.168.31.124  Bcast:192.168.31.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::42a3:6bff:fec1:d915/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)fd
```

На этом действия через COM-порт заканчиваются, далее подключаться будем по SSH. Для удобства рекомендуется назначить в своём роутере постоянно арендуемый (выделяемый) IP адрес в настройках DHCP, чтобы к роутеру всегда было просто повторно подключиться.

Снова свяжитесь с одноплатным компьютером теперь уже по SSH. В терминальной программе PuTTY для этого нужно в поле Connection→Data→Autologin username вписать root. Пароль подключения по умолчанию — onioneer. Далее лучше сразу обновить программное обеспечение устройства командой oupgrade, так как после этой процедуры все локальные настройки теряются, а в приобретённом одноплатном компьютере может оказаться установленной устаревшая версия ОС с ошибками. При наличии более новой версии, обновление произойдёт автоматически, при этом нельзя отключать питание. После обновления настройку соединения по Wi-Fi придётся повторить заново.

Не помешает сразу установить правильный часовой пояс, как показано в **табл. 4**. Информацию об использованной в ней утилите uci можно найти в справочной документации проекта OpenWRT [2]. Полный перечень доступных часовых поясов имеется в [6].

После ввода первой из строк табл. 4 программа uci начинает работать в интерактивном режиме. Следующие за ней строки следует понимать как команды для этой утилиты, а не для ОС. Ввод EOF прекращает работу интерактивного режима и выгружает программу настроек. Так могут работать многие команды Linux. Последняя строка сохраняет изменённую конфигурацию и перезагружает её без перезагрузки ОС. Внесённые изменения начинают действовать немедленно. Проверить время можно командой date.

Таблица 4

```
uci batch << EOF
set system.@system[0].timezone='MSK-3'
set system.@system[0].zonename='Europe/Moscow'
EOF
uci commit system && reload_config
```

В одноплатных компьютерах Onion отсутствуют микросхемы часов реального времени (RTC). Системные часы в

них программные. При загрузке системы и далее каждые 11 минут их показания корректируются по Интернету. Имейте в виду, если связи с Интернетом нет, будет установлен 1970 г.

Полезно знать, что список Интернет-адресов репозиториев скачиваемых и устанавливаемых программ содержится в файле /etc/opkg/distfeeds.conf и посмотреть его можно, подав команду cat. Пример содержимого этого файла — в **табл. 5**.

Таблица 5

```
root@Omega-D913:~# cat /etc/opkg/distfeeds.conf
#src/gz openwrt_core http://downloads.openwrt.org/releases/18.06-SNAPSHOT/targets/ramips/mt76x8/packages
#src/gz openwrt_base http://downloads.openwrt.org/releases/18.06-SNAPSHOT/packages/mipsel_24kc/base
#src/gz openwrt_luci http://downloads.openwrt.org/releases/18.06-SNAPSHOT/packages/mipsel_24kc/luci
#src/gz openwrt_onion http://downloads.openwrt.org/releases/18.06-SNAPSHOT/packages/mipsel_24kc/onion
#src/gz openwrt_packages http://downloads.openwrt.org/releases/18.06-SNAPSHOT/packages/mipsel_24kc/packages
#src/gz openwrt_routing http://downloads.openwrt.org/releases/18.06-SNAPSHOT/packages/mipsel_24kc/routing
#src/gz openwrt_telephony http://downloads.openwrt.org/releases/18.06-SNAPSHOT/packages/mipsel_24kc/telephony
src/gz omega2_core http://repo.onioniot.com/omega2/packages/core
src/gz omega2_base http://repo.onioniot.com/omega2/packages/base
src/gz omega2_packages http://repo.onioniot.com/omega2/packages/packages
src/gz omega2_routing http://repo.onioniot.com/omega2/packages/routing
src/gz omega2_onion http://
```

Строки, начинающиеся символом #, ОС игнорирует как комментарий. Если какой-либо нужной программы в списке нет, она, возможно, имеется в каком-нибудь другом репозитории. Поэтому закомментированные строки можно раскомментировать, удалив символ #. Из встроенных редакторов доступен vi, но для новичка он покажется слишком сложным. В Интернете много документов, где описано, как им пользоваться.

Если в списке попадётся Интернет-адрес, содержащий подстроку lede-project.org, то этот репозиторий устарел и не работает. Репозиторий openwrt_onion ныне не существует, его можно удалить, например, командой, приведённой в **табл. 6**.

Таблица 6

```
sed -ie '/openwrt_onion/d' /etc/opkg/distfeeds.conf
```

Процедура установки очень проста. Её пример, устанавливающий программу mc (файловый менеджер Midnight Commander) содержится в **табл. 7**. Первая строка скачивает списки доступных пакетов в кеш ОЗУ. Это необходимо делать перед установкой программы, если ранее было отключено и вновь включено питание, поскольку кеш на диске не сохраняется. Вторая строка ищет пакет с именем mc и устанавливает его вместе со всеми зависимыми пакетами. После установки новое приложение можно запустить, набрав команду mc, результат можно видеть на **рис. 4**.

Таблица 7

```
opkg update
opkg install mc
```

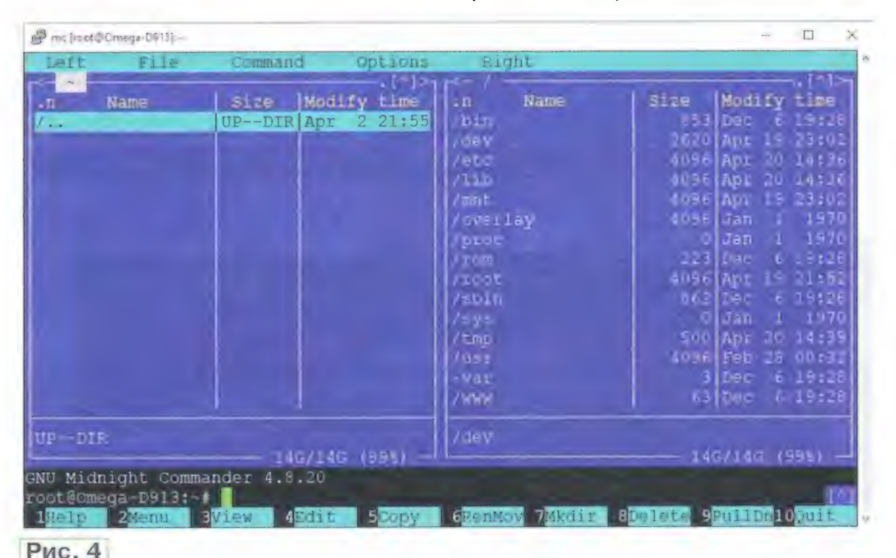


Рис. 4

Если текст в окне терминала нечитаем, следует сменить кодировку символов. В поле PuTTY Configuration→Window→Translation→Remote→Character Set окна конфигурации программы PuTTY следует выбрать Win1251 (Cyrillic). А в блоке выбора PuTTY Configuration→Window→Translation→Adjust how PuTTY handles line drawing characters выбрать Use font in both ANSI and OEM models.

Иногда требуется авторизация SSH не по паролю, а по ключу для автономного удалённого подключения с другой машины Linux, например, утилит rsync и scp. В Интернете много информации о том, как это сделать. Обычная последовательность команд Linux для генерирования и копирования ключей на удалённую машину приведена в **табл. 8**. Даже если эти команды отработают правильно, но при следующем подключении снова будет запрошен пароль — ключ не работает. Дело в том, что, команда ssh-copy-id копирует и добавляет ключи в файл ~/.ssh/authorized_keys на удалённой машине, а там работает простой SSH-сервер Dropbear для встраиваемых систем. У него есть особенность — файл с ключами следует располагать по пути /etc/dropbear/authorized_keys. Самый простой способ вернуть всё в привычное русло — создать на одноплатном компьютере символическую ссылку для текущего и будущих ключей. В **табл. 9** приведена команда, с помощью которой можно это сделать для текущего пользователя с того же самого Linux-компьютера.

Таблица 8

```
ssh-keygen -t rsa
ssh-copy-id root@<IP_адрес_одноплатника>
```

Существует ещё один одноплатный компьютер с тем же "железом", что и Omega2+, только другого производителя и с почти такой же ОС OpenWRT. Однако у него отсутствует официальная поддержка, а документации нет даже на английском языке. Придётся ограничиться информацией, имеющейся в [2]. Возможно, в наличии будут не все драйверы. Качество программного обеспечения и поддержка крайне важны для столь сложной техники, особенно при разработке собственных программ.

Таблица 9

```
ssh root@<IP_адрес_одноплатника> "ln -sfT ~/.ssh/authorized_keys /etc/dropbear/authorized_keys"
```

Расширение пространства памяти

Встроенная память одноплатного компьютера ограничена. Если он приобретён специально для изучения и проведения опытов, необходимо её расширение, например, с помощью SD-карты. Поэтому для этих целей рекомендуется

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

приобретать микрокомпьютер Omega2+, имеющий слот microSD, и делать это лучше сразу, иначе пользовательские файлы и программы сохраняться не будут. Конечно, увеличить объём памяти можно, просто вставив карту в слот, но программы и сопровождающие их файлы по-прежнему будут записываться во встроенную память.

Если планируется компилировать программы на языках Си и Си++ непосредственно на одноплатном компьютере, для расширения памяти нужно использовать SD-карту объёмом не менее 10 Гбайт и минимум десятого класса скорости.

В [4] описано, как перенести всю корневую файловую систему на карту SD или на USB FLASH-накопитель. Привожу свой перевод этого раздела документации с комментариями и незначительными упрощениями.

Производитель сообщает, что для расширения необходимо наличие в микрокомпьютере программного обеспечения версии не ниже 0.1.9 b149. Прежде всего, на новом носителе должна быть создана файловая система ext4. Это можно сделать с помощью любого компьютера с ОС Linux. Для этого потребуется установить утилиты согласно **табл. 10**. Предпочтительно сделать это на том же одноплатном компьютере, установленные утилиты позднее могут ещё пригодиться.

Таблица 10

```
opkg update
opkg install e2fsprogs block-mount
```

USB-накопитель или SD-карта (обычно microSD), независимо от того, были ли они подключены "на ходу" или при выключенном питании, автоматически монтируются в директорию /mnt. Первый раздел SD-карты получит имя mmcblk0p1, а USB-накопителя — sda1. В **табл. 11** показаны сообщения, выводимые в окно терминала при реализации обоих вариантов. Чтобы создать новую файловую систему, необходимо размонтировать устройство, например, приведённой в **табл. 12** командой. После этого в первом разделе носителя можно командой, показанной в **табл. 13**, создать файловую систему.

Таблица 11

```
root@Omega-XXXX:~# ls /dev/sd* /dev/mmcblk*
/dev/mmcblk0      /dev/mmcblk0p1     /dev/sda /dev/sda1

root@Omega-XXXX:~# ls /mnt
mmcblk0p1mtdblock7        sda1
```

Таблица 12

```
umount /mnt/mmcblk0p1
```

Таблица 13

```
mkfs.ext4 /dev/mmcblk0p1
```

На запрос перезаписи старой файловой системы следует ответить согласием — Y. На этом этапе микрокомпьютер лучше перезагрузить командой reboot, в противном случае возможны сбои. После перезагрузки следует клонировать (копировать с правами доступа и атрибутами) директорию /overlay в корень нового дискового устройства и размонтировать его командой, приведённой в **табл. 14**.

Таблица 14

```
tar -C /overlay -cvf - . | tar -C /mnt/mmcblk0p1 -xf - ; umount /mnt/mmcblk0p1
```

С помощью утилиты block-mount из ранее установленного пакета необходимо командой, показанной в **табл. 15**, добавить новую конфигурацию в таблицу fstab. Далее удобнее всего вывести список новой конфигурации для последующего редактирования с помощью утилиты uci, как показано в **табл. 16**. Значения, выделенные в ней красным фоном (в окне терминала, естественно, никакого выделения нет), необходимо изменить, выполнив действия, приведённые в **табл. 17**.

Таблица 15

```
block detect > /etc/config/fstab
```

Таблица 16

```
root@Omega-XXXX:~# uci show fstab
fstab.@global[0]=global
fstab.@global[0].anon_swap='0'
fstab.@global[0].anon_mount='0'
fstab.@global[0].auto_swap='1'
fstab.@global[0].auto_mount='1'
fstab.@global[0].delay_root='5'
fstab.@global[0].check_fs='0'
fstab.@mount[0]=mount
fstab.@mount[0].target='/mnt/mmcblk0p1'
fstab.@mount[0].uuid='7c9da754-9d72-4b87-8c41-eaafd290ebe6'
fstab.@mount[0].enabled='0'
```

Таблица 17

```
uci batch << EOF
set fstab.@mount[0].target=/overlay
set fstab.@mount[0].enabled=1
commit
EOF
```

Согласно официальной документации для USB-накопителей требуется дополнительное действие по созданию символической ссылки (**табл. 18**). Осталось перезагрузить микрокомпьютер командой reboot и проверить результат, набрав команду df -h. В **табл. 19** показана эта команда и ответ системы на неё. Строка, выделенная красным фоном, показывает, что объём памяти значительно увеличился. Значит, всё прошло успешно. Одноплатный компьютер готов к работе.

Таблица 18

```
ln -s /etc/modules.d/usb-storage-extras /etc/modules-boot.d/usb-storage-extras
```

Таблица 19

```
root@Omega-XXXX:~# df -h
Filesystem              Size      Used Available Use% Mounted on
/dev/root               7.8M      7.8M         0 100% /rom
tmpfs                  60.9M     92.0K     60.9M   0% /tmp
/dev/mmcblk0p1         14.2G     41.0M     13.4G   0% /overlay
overlayfs:/overlay     14.2G     41.0M     13.4G   0% /
tmpfs                 512.0K         0    512.0K   0% /dev
/dev/mmcblk0p1         14.2G     41.0M     13.4G   0% /mnt/mmcblk0p1
/dev/mtdblock6         22.1M    876.0K     21.2M   4% /mnt/mtdblock6
/dev/mtdblock7        512.0K    200.0K    312.0K  39% /mnt/mtdblock7
```

Напоследок можно установить несколько полезных программ. Например, в **табл. 20** показана установка программ mc и nano. Последняя — удобный текстовый редактор.

Таблица 20

```
opkg update
opkg install mc nano
```

На этом краткий обзор одноплатного компьютера Omega2 завершён. В официальной документации [4] и на форуме [1] можно найти много дополнительной информации с примерами, как пользоваться GPIO, I^{2}C, SPI в программах на различных языках программирования. Базовые знания можно почерпнуть в [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Onion Community. — URL: **https://community.onion.io/** (23.04.2020).

2. Добро пожаловать на проект OpenWrt. — URL: **https://openwrt.org/** (23.04.2020).

3. **Яценков В. С.** От Arduino до Omega: платформы для мейкеров шаг за шагом. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018.

4. Onion Omega2 Documentation. — URL: **https://docs.onion.io/omega2-docs/index.html** (23.04.2020).

5. Onion-Hardware/Schematics/Omega-Expansion-Dock. — URL: **https://github.com/OnionIoT/Onion-Hardware/blob/master/Schematics/Omega-Expansion-Dock.pdf** (23.04.2020)

6. Module luci.sys.zoneinfo.tzdata. — URL: **https://github.com/openwrt/luci/blob/master/modules/luci-base/luasrc/sys/zoneinfo/tzdata.lua** (23.04.2020).

Низковольтный светодиодный пробник

В. МАТВЕЕВ, г. Салават, Башкортостан

Проверить степень заряженности гальванического элемента, либо Ni-Cd или Ni-MH аккумулятора простым пробником со светодиодом невозможно. Причина этого — даже при полной зарядке их напряжение остаётся недостаточным, чтобы зажечь светодиод. В этом случае поможет пробник, схема которого изображена на **рис. 1**.

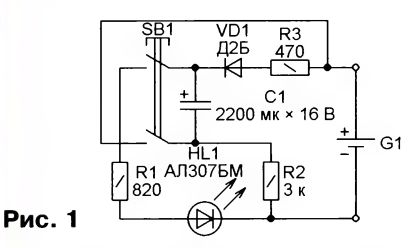


Рис. 1

После подключения такого пробника к проверяемому элементу G1 конденсатор C1 заряжается через германиевый диод VD1 и резисторы R2, R3 практически до напряжения этого элемента. Нажатие на кнопку SB1 соединит заряженный конденсатор и проверяемый элемент последовательно. На светодиод через резистор поступит их суммарное напряжение. Если оно превышает 1,6...1,7 В, светодиод вспыхнет. Яркость вспышки тем больше, чем выше напряжение проверяемого элемента, а её длительность зависит от ёмкости конденсатора C1.

Этот конденсатор должен иметь минимальный ток утечки. Цвет свечения светодиода HL1 обязательно должен быть красным, поскольку у таких светодиодов напряжение, при котором

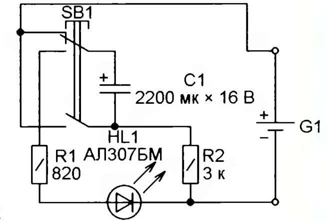


Рис. 2

они начинают светиться, минимально. Диод Д2Б может быть заменён любым германиевым диодом, кремниевый диод здесь не годится из-за большего падения напряжения на нём. Но если имеется сдвоенная кнопка с контактами на переключение, пробник можно собрать по показанной на **рис. 2** схеме, вовсе исключив из него диод VD1 и резистор R3.

Язычковая органная труба для малой октавы

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

После изготовления инструментов [1] и [2], где колебания воздуха в акустических резонаторах возбуждались за счёт положительной обратной связи через микрофоны, усилители и динамические головки прямого воспроизведения, автор решил попробовать другой принцип создания музыкального звука. Он использовал язычковый генератор, основа которого — металлическая пластина определённых размеров, колеблющаяся под действием поля электромагнита. Обратная связь в этом генераторе организована с помощью оптрона, открытый оптический канал которого периодически перекрывается язычком. Оптрон, в свою очередь, управляет током в обмотке электромагнита. Труба-резонатор теперь служит лишь узкополосным акустическим фильтром, выделяющим нужные составляющие из сложного спектра звука, создаваемого язычком.

Автор изготовил набор язычковых органных труб для нот малой октавы и описывает их конструкцию.

Устанавливать сложные электронные узлы на органные трубы с акустической обратной связью и применять для возбуждения звука специальные низкочастотные динамические головки очень сложно и дорого. Куда проще использовать для возбуждения звука в трубах колеблющиеся язычки, которые легко настроить на любую частоту. Так и делают в классических органах, где эти язычки возбуждают потоком воздуха. Язычок можно настраивать на заданную частоту без акустического резонатора, который в дальнейшем лишь улучшает качество создаваемого звука, практически не влияя на его высоту.

Я решил применить в регистре малой октавы своего органа язычковые автогенераторы с магнитооптической обратной связью. Дополнительным фактором для такого выбора стала простота их электронных узлов и малое число деталей в них. Последнее немаловажно. Ведь для семи основных и пяти дополнительных нот октавы требуется 12 электронных узлов. Правда, пока я решил ограничиться семью основными нотами.

Изготовленный регистр состоит из отдельных конструктивно не связанных между собой язычковых органных труб, которые можно размещать в произвольном порядке. Внешний вид этих труб, установленных на поролоновой звукопоглощающей прокладке, показан на **рис. 1**.

На **рис. 2** — чертёж станины трубы. Её основание 1 выполнено из МДФ и имеет в центре окно 2, по размерам несколько больше язычка. Боковые стенки 3 станины сделаны из деревянных реек и прикреплены к основанию 1 шурупами 4. Язычок 5 изготовлен из листовой латуни толщиной 0,6 мм.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Латунь выбрана по причине лёгкости её обработки. Но язычки с соотношением сторон 1:8, как рекомендовано в книге [3], оказались непригодными. Я нашёл их оптимальную форму после десятка попыток (**рис. 3**). Для придания язычку магнитных свойств по его центру снизу припаяна пластина 13 из мягкой стали. Делать язычок целиком из упругой стали нецелесообразно, при взаимодействии с магнитом она, как правило, приобретает остаточную намагниченность, мешающую правильной работе. Кроме того, сталь сложна в обработке. Надрезом на конце язычка и отгибанием полученной полоски металла получен флажок 14. На конце флажка сделан скос под углом 45° для плавного перекрытия оптического канала оптопары электронного блока.

Язычок 5 прикреплён к основанию 1 зажимами 6, 7 и тремя шурупами 8. Плоскости зажимов должны быть параллельными для исключения колебаний язычка между ними. Начальная частота колебаний язычка должна соответствовать ноте "до" малой октавы. Если она получилась выше, следует увеличить длину язычка 5, язычкового отверстия 2 и длину планки электромагнитов 15. Можно, конечно, обойтись напайкой олова на свободный конец язычка.



Рис. 1

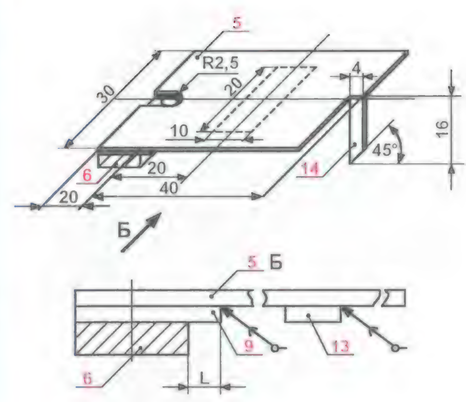


Рис. 3

Рис. 2

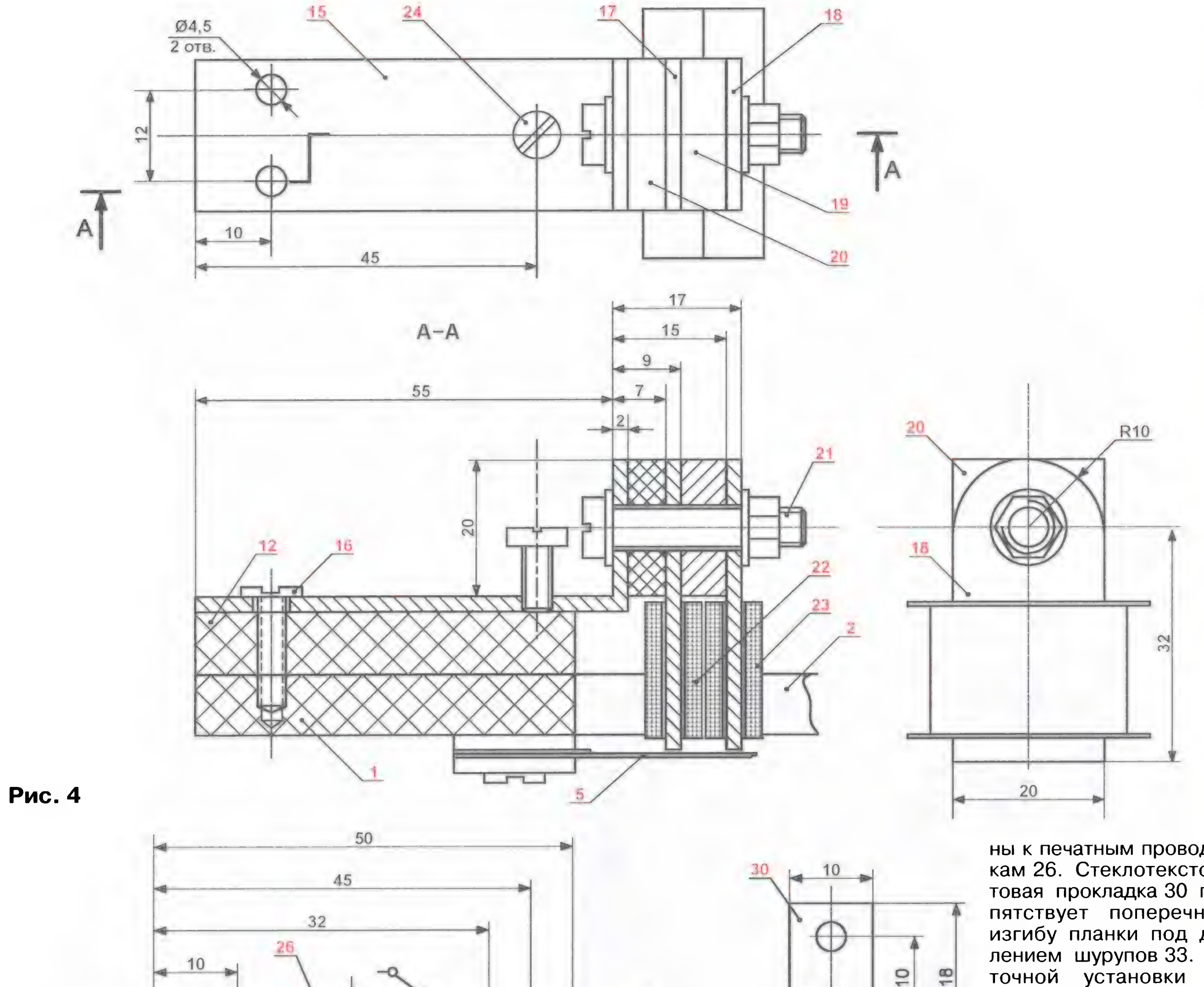


Рис. 4

Рис. 5

Планка электромагнитов 15, изображённая на **рис. 4** представляет собой Г-образную металлическую пластину, прикреплённую к основанию 1 через подложку 12 из МДФ шурупами 16. Планка 25 (**рис. 5**) выполнена из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. На каждой её стороне вырезаны по два параллельных по всей длине планки печатных проводника 26. Два отверстия диаметром 3,5 мм с правой по чертежу стороны планки предназначены для её крепления шурупами 33 к станине 1.

Рядом с отверстиями для винтов к печатным проводникам припаяны соединительные провода 27. Противоположный конец платы вставлен между выводами оптрона 28, которые припаяны к печатным проводникам 26. Стеклотекстолитовая прокладка 30 препятствует поперечному изгибу планки под давлением шурупов 33. Для точной установки положения оптрона 28 относительно флажка 14 имеется регулировочный винт 29.

Возвратимся к рис. 4. Керны 17, 18 и кольцевой магнит 19 с аксиальной (вдоль оси симметрии) намагниченностью закреплены на пластине 15 через гетинаксовую прокладку 20 винтом М5 21 с шайбой и гайкой. Винт — латунный, что препятствует замыканию магнитного потока через него. При установке магнита 19 учитывать его полярность нет необходимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Долганов С.** Домашний электроакустический орган. — Радио, 2018, № 10, с. 42—44.

2. **Долганов С.** Третья октава для домашнего органа. — Радио, 2019, № 7, с. 45—47.

3. **Новосельский А. А.** Технология производства гармоник. — М.-Л.: Издательство Наркомместпрома РСФСР, 1937.

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Домашняя метеостанция

А. БАШИРОВ, С. БАШИРОВ, г. Москва

Авторы предлагают вариант домашней метеостанции, которая измеряет температуру воздуха в двух точках, атмосферное давление и влажность. Кроме того, метеостанция позволяет передавать данные в компьютер по интерфейсу USB.

Метеостанция предназначена для сбора и обработки синоптических данных в автономном режиме или в составе комплекса. Она измеряет и отображает на экране ЖКИ температуру воздуха (измеряют два датчика), атмосферное давление и влажность. На **рис. 1** показан экран ЖКИ метеостанции с отображаемой на нём информацией.



Рис. 1

На основании измеренных метеостанцией параметров появляются возможности вычисления приблизительной высоты над уровнем моря (косвенно, по формуле зависимости высоты от атмосферного давления в конкретном регионе) и приблизительного прогноза погоды (на основе измеряемых параметров).

Сбор данных осуществляется непрерывно, в автоматическом режиме. Измеренные параметры в автономном режиме отображаются на графическом дисплее метеостанции. Если метеостанция работает в составе комплекса, параметры выводятся на экран монитора компьютера (рабочей станции), к которому подключена метеостанция. Связь метеостанции с компьютером осуществляется по протоколу USB. Программное обеспечение при работе в составе комплекса должно быть совместимо с ОС Windows XP и более поздних версий.

Метеостанция измеряет температуру в интервале от −85 до +70 °С с погрешностью не более ±0,5 °С, давление — в интервале от 600 до 800 мм рт. ст. с погрешностью не более ±1,5 %, влажность — в интервале от 0 до 100 % с погрешностью не более ±2,5 %.

Функциональная схема устройства показана на **рис. 2**. Микроконтроллер преобразует в цифровой формат полученные от аналоговых датчиков сигналы, обрабатывает их и передаёт данные на экран ЖКИ и шину USB.

Принципиальная схема метеостанции приведена на **рис. 3**. Микроконтроллер DD1, преобразователь сигнала DD2 и ЖКИ HG1 питаются от стабилизатора напряжения DA1. Датчики получают питание от прецизионного микромощного с низким падением напряжения источника DA2, формирующего стабильное напряжение +5 В. Напряжения на выходе датчиков изменяются пропорционально измеряемым параметрам. Эти напряжения последовательно через мультиплексор поступают на встроенный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) микроконтроллера и оцифровываются.

В устройстве применён восьмиразрядный высокопроизводительный микроконтроллер семейства AVR — ATmega16.

Именно этот микроконтроллер был выбран из ряда аналогов по следующим причинам:

— 16 кбайт флэш-памяти программ. Поскольку программа микроконтроллера выполняет множество функций, большой объём памяти программ необходим для хранения весьма объёмного кода;

— высокая производительность при относительно низком потреблении энергии;

— встроенный генератор тактовых сигналов. Это позволяет обойтись без внешнего резонатора, упрощая и удешевляя устройство и, соответственно, монтаж печатной платы;

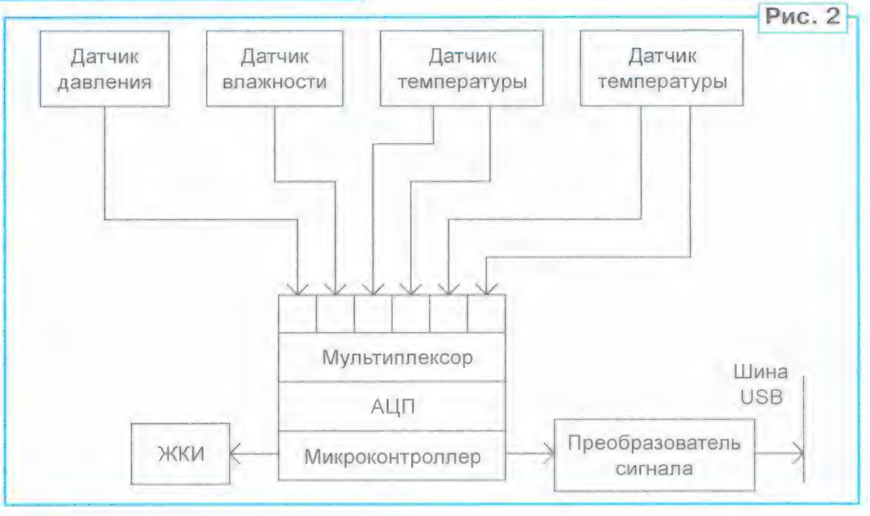


Рис. 2

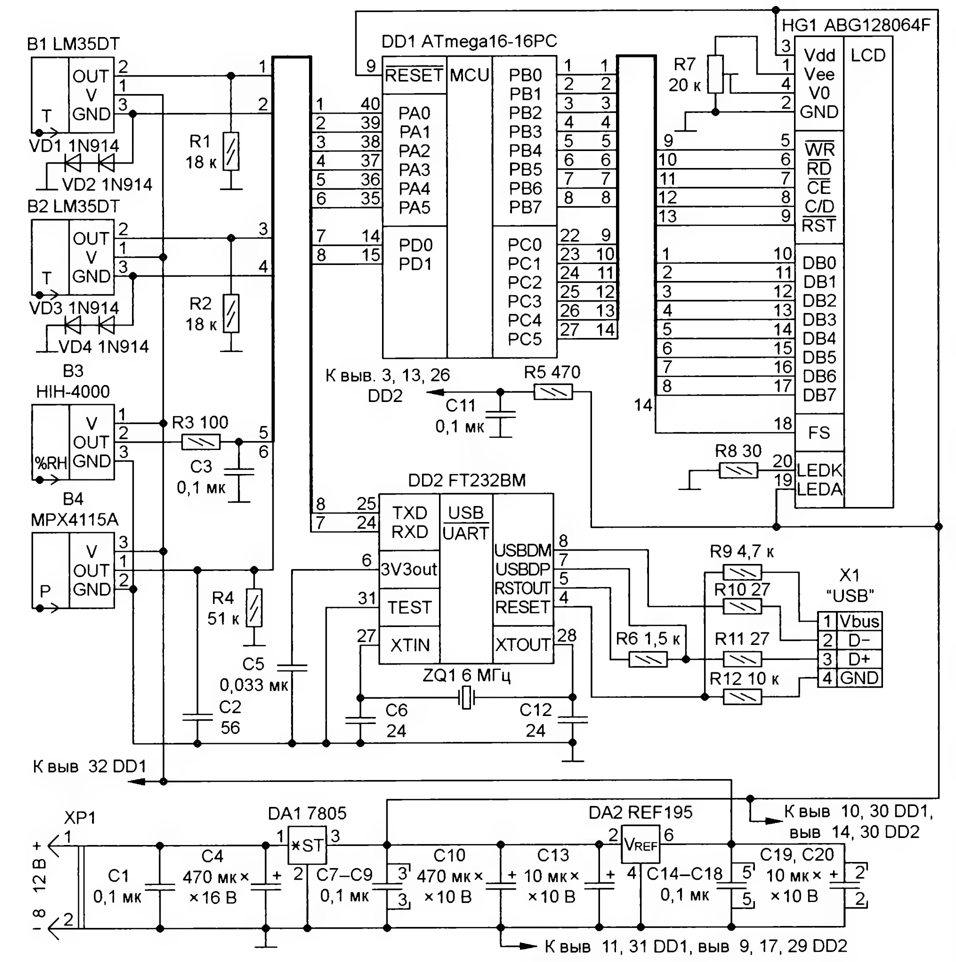


Рис. 3

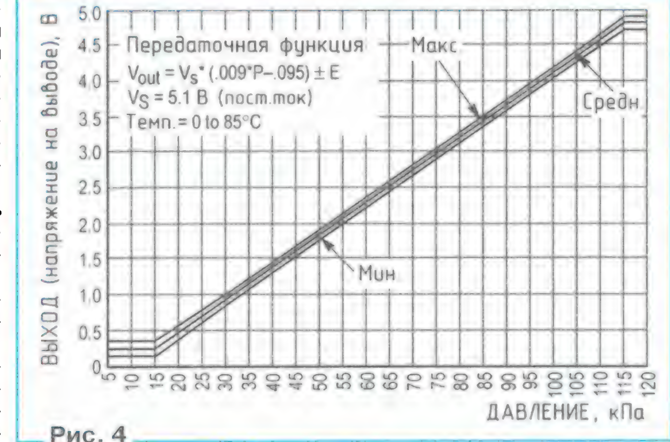


Рис. 4

— 32 линии ввода/вывода. Для подключения ЖКИ, четырёх датчиков и преобразователя необходимо минимум 24 линии, ещё восемь оставлены для будущих доработок и усовершенствований;

— низкая стоимость по сравнению с аналогами других производителей;

— доступность на рынке электронных компонентов;

— решающее значение имело наличие в микроконтроллере встроенного мультиплексируемого десятиразрядного АЦП, что позволяет непосредственно подключать к нему аналоговые прецизионные датчики.

В качестве устройства отображения в автономном режиме был выбран графический ЖКИ ABG128064F по следующим причинам:

— большой размер изображения, что улучшает эргономику изделия;

— наличие подсветки позволяет пользоваться устройством в условиях недостаточной освещённости;

— простой и удобный протокол обмена данными и управления встроенным контроллером ЖКИ.

Размер ЖКИ во многом определяет размер самого устройства, поскольку он самый большой модуль и печатная плата проектировалась под него.

Для измерения температуры применена микросхема LM35DT. Это прецизионный интегральный датчик температуры, размещённый в корпусе ТО-220.

Датчик имеет следующие особенности:

— откалиброван в градусах Цельсия;

— выходное напряжение линейно увеличивается на 10 мВ при увеличении температуры на один градус Цельсия;

— гарантированная точность 0,5 °С (при температуре +25 °С);

— интервал измеряемой температуры от 55 до +150 °С;

— подходит для удалённого измерения;

— широкий интервал напряжения питания от 4 до 30 В;

— потребляемый ток менее 60 мкА;

— низкий саморазогрев, температура увеличивается всего лишь на 0,08 °С при отсутствии обдува;

— нелинейность не более ±0,25 °С;

— выход с низким импедансом, 0,1 Ом при токе нагрузки 1 мА.

Этот датчик обладает высокой точностью и имеет широкий интервал измерений, он доступен на рынке электронных компонентов и имеет низкую цену. Он откалиброван при производстве, что позволяет заменять один датчик другим без дополнительной настройки.

Датчик температуры — аналоговое устройство, и, соответственно, на его выходе формируется аналоговый сигнал, пропорциональный измеряемой величине.

В документации [1] приведена формула зависимости напряжения на выходе датчика от измеряемого параметра

$k = U_{OUT}/T = 10$ мВ/°С.

Из принципиальной схемы видно, что общий вывод датчиков температуры также подключён к АЦП. Это сделано для повышения точности. Итоговая формула зависимости температуры T от напряжения на выводах датчика (и соответственно входах АЦП) имеет вид

$T = (U_{OUT} - U_{GND})/k$.

Для измерения давления выбрана микросхема MPX4115A. Это откалиброванный интегральный кремниевый датчик давления с температурной компенсацией. Он измеряет абсолютное давление воздуха, может применяться в барометрах или альтиметрах.

Датчик имеет следующие особенности:

— максимальная погрешность 1,5 % при температуре от 0 до 85 °С;

— идеально подходит для систем на микроконтроллерах;

— имеет надёжный корпус.

Именно этот датчик был выбран, поскольку обладает высокой точностью, доступен на рынке электронных компонентов. Датчик откалиброван при изготовлении, что позволяет заменять один датчик другим без дополнительной настройки.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Поскольку датчик аналоговый, на его выходе формируется аналоговый сигнал, пропорциональный измеряемому давлению. Зависимость напряжения на выходе датчика от абсолютного давления приведена на **рис. 4**.

Таблица взята из документации к датчику [2]. Как видно из графика передаточной функции, зависимость прямо пропорциональная. Составим формулу для вычисления давления P в килопаскалях (кПа) от напряжения на выходе датчика в интервале давления от 15 до 115 кПа

$$P = (U_{OUT}/U_S + 0{,}95)/0{,}09,$$

где U_S — напряжение питания, оно всегда стабильно и равно 5 В.

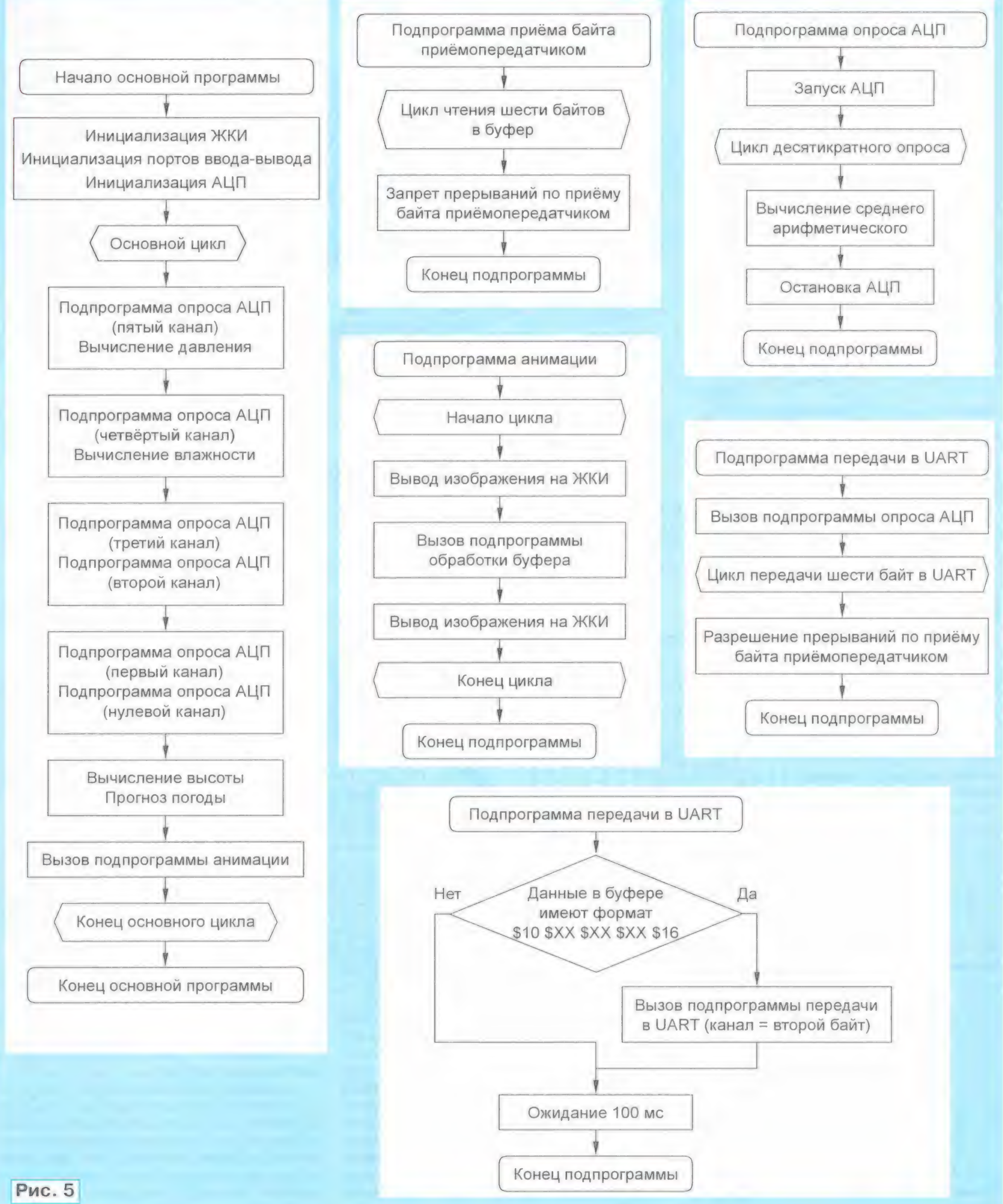


Рис. 5

Введём также поправку для получения результата не в килопаскалях, а в миллиметрах ртутного столба — 1 кПа = 7,5 мм рт. ст. В результате итоговая формула зависимости давления от напряжения на выходе датчика приобретает вид

$P = 7,5(U_{OUT}/5 + 0,95)/0,09.$

Для измерения влажности применён датчик HIH-4000. Это интегрированный датчик влажности, специально разработанный для промышленных применений. Датчик может быть непосредственно подключён к микроконтроллеру или другому устройству для обработки линейного сигнала по напряжению. Поскольку типовое значение потребляемого тока — 200 мкА, этот датчик влажности идеален для применения в устройствах с автономным питанием.

Корпус датчика (соответствующий промышленному стандарту SIP с двумя размерами шага между выводами) выполнен из литого пластика, предназначенного для работы в тяжёлых условиях эксплуатации: повышенная влажность, загрязнённость, присутствие масляных веществ и других химических реактивов.

Кристалл датчика обработан лазером, благодаря чему замена датчика может осуществляться без дополнительной калибровки. Кроме того, кристалл со слоем нитридной пассивации имеет защитный экран, делающий датчик менее чувствительным к внешнему освещению.

На кристалле чувствительный ёмкостный элемент из термореактивного полимера совмещён с микросхемой усиления сигнала. Размещение усилителя сигнала в корпусе датчика позволяет сократить число используемых компонентов в разработке и сэкономить пространство платы.

Датчик имеет следующие особенности:

— имеет корпус из термореактивной пластмассы;

— выходное напряжение пропорционально относительной влажности;

— взаимозаменяемость благодаря лазерной обработке;

— высокая точность;

— малое время отклика;

— стабильность рабочих параметров, малое их изменение;

— устойчивость к химическим воздействиям.

Этот датчик был выбран из-за высокой точности и доступности на рынке электронных компонентов. Датчик сразу откалиброван, что позволяет заменять один другим без дополнительной настройки.

Формула зависимости относительной влажности RH от напряжения на выходе датчика из документации [3] имеет вид

$RH = (U_{OUT} - U_{0\%})/k_{RH},$

где U_{OUT} — напряжение на выходе датчика, $U_{0\%}$ — напряжение при 0 % влажности, равно 0,958 В, k_{RH} — коэффициент пропорциональности, равен 30,68 мВ/%. Итоговая формула зависимости относительной влажности от напряжения на выходе датчика

$RH = (U_{OUT} - 0,958)/0,0307.$

Для передачи данных от метеостанции к компьютеру был выбран преобразователь сигнала FT232BM, который представляет собой универсальный асинхронный приёмопередатчик USB второго поколения.

Эта микросхема имеет следующие особенности:

— поддерживает все сигналы интерфейса;

— имеет высокую пропускную способность;

— 384 байта буфер приёма и 128 байт буфер передачи;

— настраиваемое время ожидания буфера приёма;

— встроенная обработка начала и окончания передачи;

— поддержка режима ожидания USB;

— поддержка мощных устройств с питанием от шины USB;

— встроенный преобразователь уровня сигналов для 5 В и 3,3 В логики;

— встроенный 3,3 В регулятор для входных/выходных сигналов USB.

— встроенный узел перезапуска при подаче питания;

— встроенный умножитель частоты 6—48 МГц;

— режим передачи пакетов;

— однополярное напряжение питания 4,35...5,25 В;

— совместим с USB 1.1 и USB 2.0;

— USB VID, PID, серийный номер и описание продукта хранятся во внешней энергонезависимой памяти;

— энергонезависимая память может быть перепрограммирована внутрисхемно через USB.

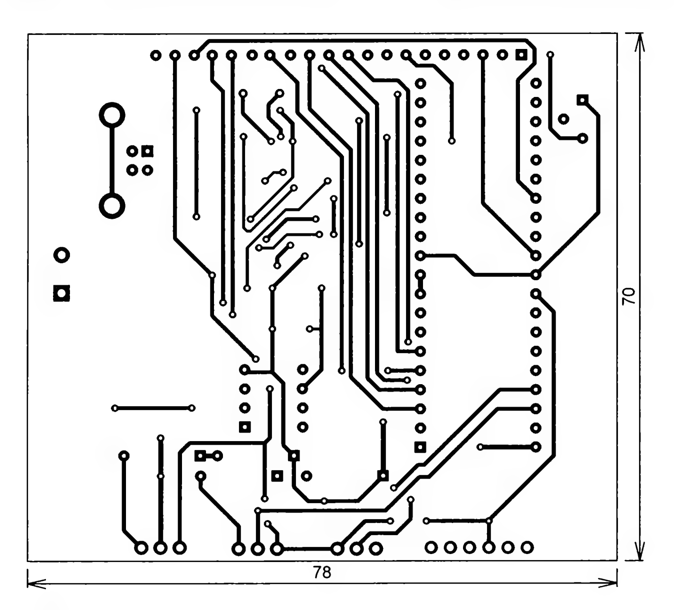
Этому преобразователю было отдано предпочтение вследствие высокой надёжности и доступности на рынке электронных компонентов, а также из-за наличия готовых драйверов от производителя для работы с шиной USB с компьютера.

Преобразователь непосредственно подключён к выводам TXD и RXD встроенного асинхронного приёмопередатчика микроконтроллера. Протокол обмена данными поддерживается аппаратно.

Поскольку датчика четыре, а АЦП в микроконтроллере один, необходимо мультиплексировать входы. Эта возможность поддерживается в ATmega16 аппаратно. Таким образом, микроконтроллер должен циклически опрашивать выводы, к которым подключены датчики, с помощью АЦП преобразовывать их в цифровой формат и сохранять в ОЗУ для дальнейшей обработки.

Полученные значения должны быть преобразованы в понятный человеку вид и выведены на экран ЖКИ. В то же время, их нужно передать на шину USB по запросу для обработки на компьютере в неизменном виде.

Микроконтроллер может подключать к АЦП выводы порта A ADC0—ADC7 (PA0—PA7). Результат работы АЦП хранится в микроконтроллере в двух восьмиразрядных регистрах, содержащих



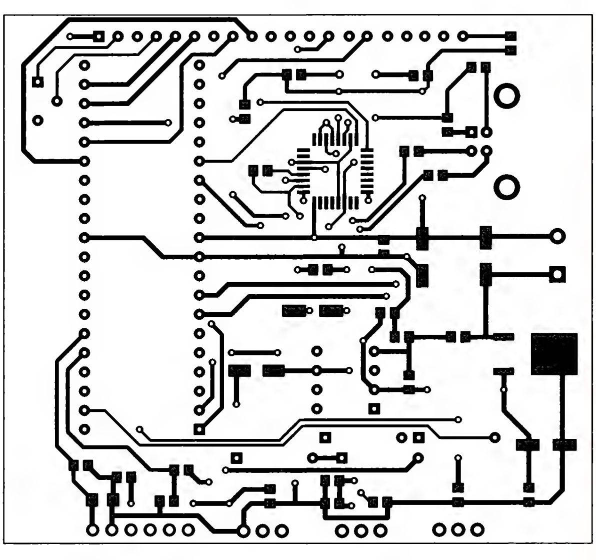


Рис. 6

соответственно младший или старший байт результата оцифровки. По шине USB они передаются в шестнадцатеричном коде.

Однако для корректной работы необходимо вводить поправку АЦП — напряжение для одного дискретного уровня 5/1024 В на все оцифрованные данные. Поправка равна 0,00488 В.

Датчики температуры подключены к выводам ADC0—ADC3 (PA0—PA3, выв. 40—выв. 37 DD1). Напряжение у датчика температуры LM35DT снимают с двух выводов, и соответственно после обработки в АЦП получаются четыре байта данных. Температура пропорциональна разности напряжений между выводами датчика, а формулы для её вычисления с учётом поправки АЦП будут иметь вид

T1 = 0,488*ADC0 – 0,488*ADC1,

T2 = 0,488*ADC2 – 0,488*ADC3,

где T1, T2 — температура, измеряемая первым и вторым датчиками, ADCX — значение, полученное в X-м канале АЦП. Поправка увеличена в сто раз, поскольку выходное напряжение датчика — в милливольтах.

У датчика влажности HIH-4000 напряжение снимается с одного вывода, после оцифровки получаются два байта данных, содержащих соответственно старший и младший байт результата измерений. На принципиальной схеме видно, что датчик влажности подключён к выводу ADC4 (PA4, выв. 36 DD1).

Формула вычисления относительной влажности с учётом поправки АЦП будет следующей

RH = (0,00488*ADC4 – 0,958)/0,0307.

Датчик давления MPX4115A имеет один вывод, с которого оцифровывают напряжение. В результате после оцифровки получаются два байта данных, содержащих соответственно старший и младший байт результата измерений. На принципиальной схеме видно, что датчик влажности подключён к выводу ADC5 (PA5, выв. 35 DD1). Формула для вычисления давления будет такой

P = 7,5(0,00488*ADC5/5 + 0,95)/0,09.

Блок-схема программы устройства приведена на **рис. 5**. Она содержит основную программу и пять подпрограмм.

Метеостанция собрана на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 6**, а расположение элементов — на **рис. 7**. В устройстве применены резисторы и неполярные конденсаторы типоразмера 1206 (можно применить 0805) для поверхностного монтажа, оксидные — танталовые типоразмера C.

Программа для компьютера написана и отлажена в среде Delphi. Окно программы содержит меню, таблицу, отображающую значения на датчиках, кнопки управления. В режиме отладки доступно окно лога работы с портом, а также специальные кнопки управления и поля ввода данных для побайтной отправки данных в порт, отправки отдельных команд, чтения данных, открытия и закрытия порта. Интерфейс простой и интуитивно понятный. Вид окна программы приведён на **рис. 8**.

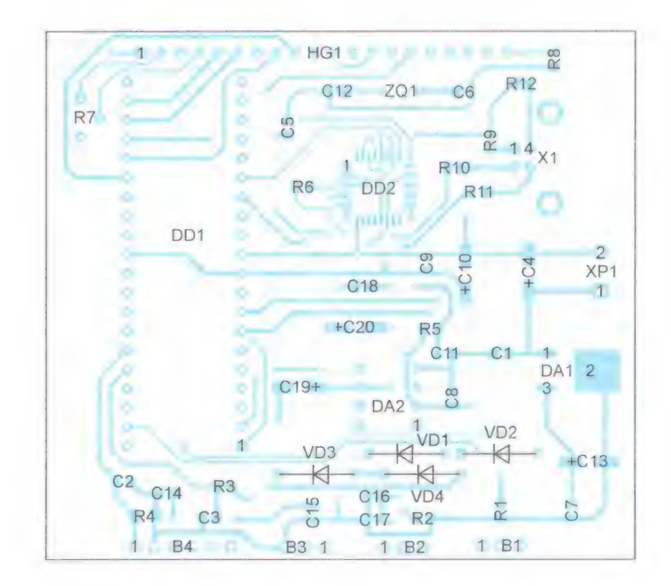


Рис. 7

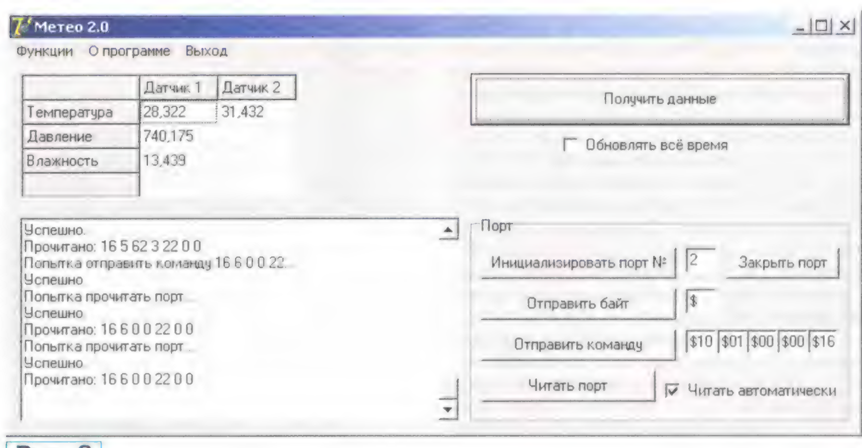


Рис. 8

Устройство работает автоматически и в налаживании не нуждается. Достаточно только включить питание. Может потребоваться регулировка яркости ЖКИ, для этого предназначен подстроечный резистор на плате.

При подключении устройства к персональному компьютеру нужно соблюдать следующую последовательность: сначала подключают кабель USB, потом включают питание устройства.

После подключения устройства ОС Windows автоматически обнаружит в системе "Неизвестное устройство" и предложит выбрать для него драйвер. Необходимо выбрать файл ftdibus.inf. После его установки в "Диспетчере устройств" Windows в ветке "Контроллеры последовательной универсальной шины USB" появится устройство "USB Serial converter".

Также появится неизвестный порт. Для него нужно выбрать файл драйвера ftdiport.inf. После этого в "Диспетчере устройств" Windows в ветке "Порты (COM и LPT)" появится "USB Serial port (COMx)". Номер этого виртуального порта можно сделать любым.

Для начала работы нужно запустить файл meteo_2.exe. Появится окно (рис. 8), в котором следует в меню выбрать вкладку "Функции" и нажать "Режим отладки". Откроются дополнительные поля снизу.

Необходимо ввести в поле рядом с кнопкой "Инициализировать порт №" номер созданного COM-порта USB Serial port.

Первый драйвер (USB Serial converter) позволяет работать с USB-устройством как с обычным последовательным портом. Второй драйвер (USB Serial Port) создаёт в системе Windows виртуальный COM-порт. Эти драйверы распространяются производителем микросхем и полностью совместимы с преобразователем FT232, что определяет их выбор в нашем случае.

После установки драйверов в "Диспетчере устройств" Windows при подключении устройства кабелем USB появляются USB Serial converter и USB Serial port. VID = 0403 и PID = 6001 соответствуют микросхеме FT232BM.

Простой интерфейс обусловлен тем, что программа тестовая, и её назначе-

ние — отработка взаимодействия устройства с ПК.

Далее можно нажать на кнопку "Инициализировать порт №", чтобы убедиться, что порт выбран правильный и работает корректно. Все действия с портом отображаются в окне лога слева. Лог работает, даже если выбран обычный режим.

В режиме отладки доступны команды отправки в порт отдельного байта, а также команды из пяти байт. Если отправленная команда соответствует протоколу, то после её отправки можно прочитать порт — там будет ответ на запрос. Если установить галочку "Читать автоматически", то чтение порта будет производиться каждый раз после отправки команды.

Также в режиме отладки можно инициализировать и останавливать порт.

В обычном режиме доступна только кнопка "Получить данные", при нажатии на которую происходит инициализация порта, запрос всех данных устройства, их обработка и вывод в таблицу.

Если поставить галочку "Обновлять всё время", такой запрос будет происходить примерно каждые десять секунд.

Описанная методика позволяет использовать метеостанцию автономно для решения прикладных задач.

В составе комплекса метеостанция также может функционировать, однако разработанная программа является скорее демонстрационной для возможностей устройства и не содержит в себе сложных математических алгоритмов (сбора статистики, прогнозирования и т. п.) Однако вполне очевидно, что эти задачи легко могут быть реализованы на базе имеющихся разработок.

Проект метеостанции можно развить до мощного универсального измерительного комплекса, части сложной системы, например "умный дом". Заложенный потенциал открывает широкие возможности для улучшений и доработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. LM35. Precision Centigrade Temperature Sensors. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/142/DOC000142743.pdf** (05.04.2020).

2. MPX4115A Series. Media Resistant, Integrated Silicon Pressure Sensor for Manifold Absolute Pressure, Altimeter or Barometer Applications On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated. — URL: **http://www. farnell.com/datasheets/658184.pdf** (05.04.2020).

3. HIH-4000 Series Humidity Sensors. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/179/DOC000179697.pdf** (05.04.2020).

__От редакции__. Прошивка микроконтроллера, а также файлы для персонального компьютера размещены по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/meteostation.zip__ на нашем ftp-сервере.

Порог установки компаратора — по шкале измерительного прибора

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

При изготовлении стабилизаторов и регуляторов различных физических величин (температуры, влажности, напряжения, тока и т. п.) без использования микроконтроллеров, а также устройств, сигнализирующих об отклонении измеряемой величины от установленного значения, в качестве узла сравнения практически всегда используется аналоговый компаратор, выходное напряжение которого изменяет свой знак при достижении контролируемой величиной установленного значения. Таких устройств описано довольно много, поэтому при решении поставленной задачи всегда можно выбрать подходящий вариант или построить новый прибор по аналогии с уже существующим устройством.

Но в практической конструкции регулятора, стабилизатора или сигнализатора наряду с контролем факта достижения контролируемой величиной определённого значения зачастую требуется измерять значение этой величины, т. е. устройство должно быть снабжено индикатором. Подобных устройств также существует немало: например, терморегулятор, описанный в [1], позволяет не только поддерживать температуру в заданных пределах, но и контролировать её текущее значение посредством стрелочного измерительного прибора.

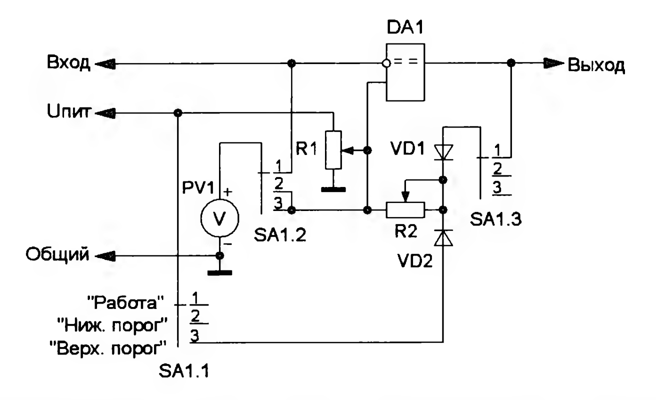


Рис. 1

Однако описанный выше, а также другие подобные приборы обладают, по крайней мере, одним недостатком. Для установки порога срабатывания им требуется градуировка шкал используемых для этого переменных резисторов. В самом процессе градуировки нет ничего сложного, но наличие шкалы может привести к дополнительным погрешностям при установке порогового значения измеряемой величины. Здесь имеются в виду не столько погрешности самой градуировки, сколько различные механические причины. Например, в процессе эксплуатации устройства рукоятка, насаженная на вал переменного резистора, может провернуться на некоторый угол от первоначального положения, что неизбежно вызовет погрешность установки, и положение риски на рукоятке не будет соответствовать реальному значению параметра. Также в процессе эксплуатации, особенно при небрежном обращении, возможно проворачивание корпуса переменного резистора в отверстии передней панели устройства, а также изменение параметров переменного резистора под воздействием внешних факторов и естественного старения, что также неизбежно вызовет погрешности. Наконец, при использовании для регулировки переменного или подстроечного резистора, вал которого выведен под шлиц, градуировка шкалы такого регулятора зачастую становится просто невозможной.

Для решения описанных выше проблем, а также просто для удобства и наглядности желательно контролировать порог срабатывания устройства и текущее значение параметра с помощью одного и того же измерительного прибора. Схема, иллюстрирующая один из возможных вариантов построения подобного устройства, приведена на **рис. 1**. Контролируемая величина (например, температура) преобразу-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ется в напряжение, значение которого прямо пропорционально измеряемой величине, и подаётся на вход устройства. Порог срабатывания компаратора DA1 устанавливают переменным резистором R1 (нижний порог), а величину гистерезиса переключения компаратора — переменным резистором R2 (верхний порог). Благодаря наличию в цепи положительной обратной связи диода VD1 регулировка нижнего порога оказывается независимой от верхнего, то есть переменный резистор R2 включается в работу только при наличии высокого логического уровня на выходе компаратора.

Устройство работает следующим образом. Пока напряжение на входе не превышает верхнего порога, установленного переменными резисторами R1 и R2, на выходе компаратора присутствует высокий уровень напряжения. При достижении измеряемой величиной верхнего порога компаратор переключается, и на его выходе появляется низкий уровень напряжения, поэтому диод VD1 закрывается и напряжение на неинвертирующем входе компаратора уменьшается до значения, установленного переменным резистором R1 (нижний порог). При этом следующее переключение компаратора произойдёт только при достижении напряжением нижнего порога. Такая схема удобна при построении, например, термоста-

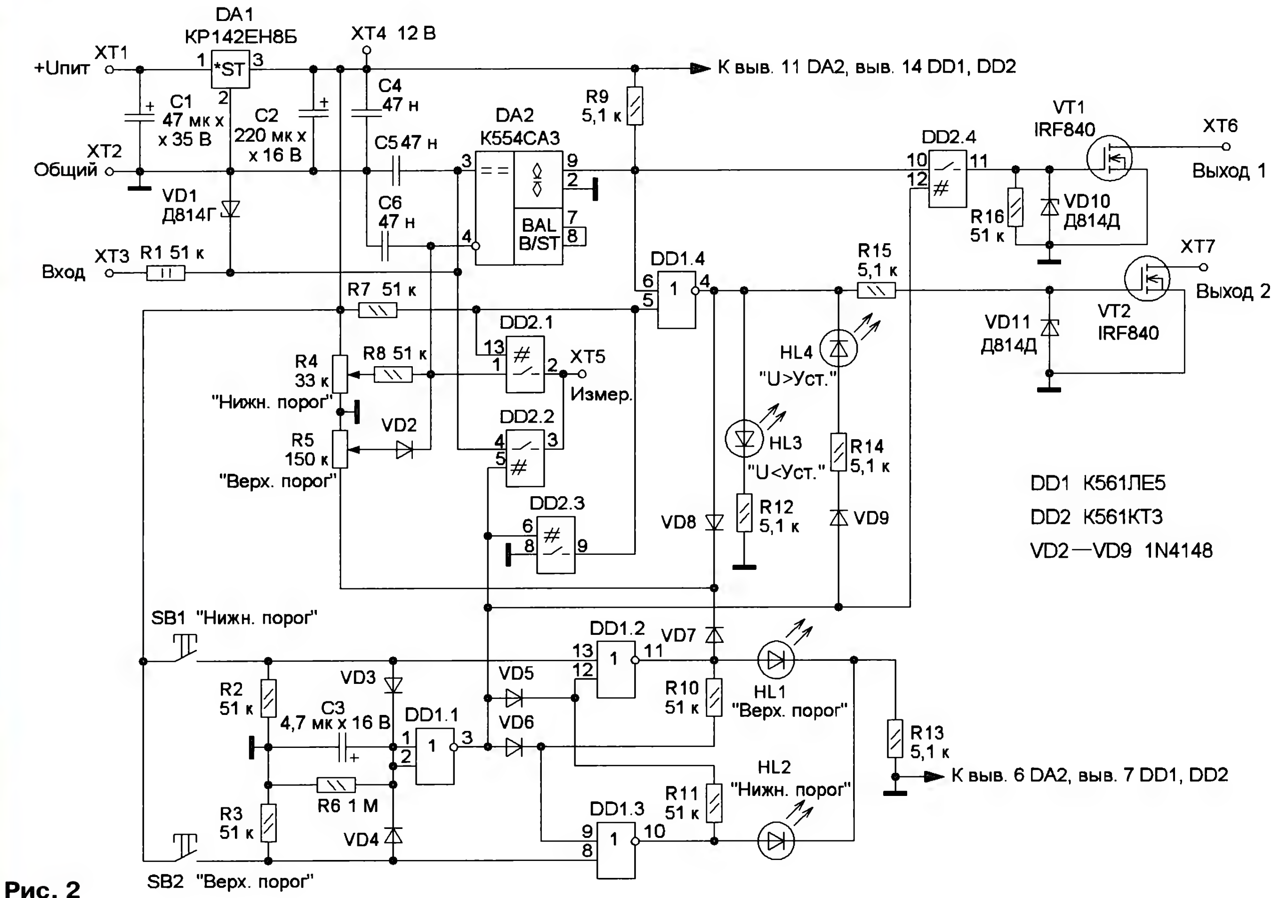


Рис. 2

та, который включает нагреватель при снижении температуры ниже установленного значения, работая на нагрев. Если необходим термостат, работающий на охлаждение, выходной сигнал компаратора нужно инвертировать.

Когда переключатель SA1 находится в положении "Работа", вольтметр PV1 измеряет напряжение на входе устройства, показывая значение входного параметра. При переводе переключателя SA1 в положение "Нижний порог" вольтметр подключается к движку переменного резистора R1, а диод VD1 и, следовательно, переменный резистор R2 отключаются от выхода компаратора. При этом вольтметр PV1 будет показывать напряжение, снимаемое с движка подстроечного резистора R1, которое соответствует нижнему порогу переключения компаратора. При переводе переключателя SA1 в положение "Верхний порог" точка подключения плюсового вывода вольтметра не изменится, но напряжение питания через диод VD2 поступит на переменный резистор R2, что равносильно появлению на выходе компаратора высокого уровня напряжения, поэтому вольтметр будет показывать напряжение верхнего порога переключения компаратора, величину которого устанавливают переменным резистором R2.

Чтобы максимально снизить погрешность измерения напряжения нижнего и верхнего порогов переключения компаратора, величина входного сопротивления вольтметра PV1 должна значительно превышать сопротивление переменного резистора R1. На величину погрешности измерения верхнего порога также влияет различие в прямом напряжении диодов VD1, VD2, зависимость прямого напряжения диодов от температуры, а также выходное сопротивление компаратора. Устранение влияния всех этих факторов потребовало бы существенного усложнения схемы устройства, но если цену деления вольтметра PV1 выбрать достаточно большой, то этими погрешностями можно пренебречь. Например, при цене деления вольтметра 100 мВ различие в прямом напряжении диодов даже на 20...30 мВ не окажет на результат измерения существенного влияния, а погрешность, вызванную изменением температуры окружающей среды (в разумных пределах), также можно считать несущественной.

Кроме погрешностей, вносимых элементами устройства, схема, приведённая на рис. 1, обладает ещё одним недостатком — наличием переключателя на три положения и три направления, что может создать определённые трудности при компоновке устройства, а также привести к затруднениям в процессе эксплуатации. Например, в случае, если переключатель SA1 после

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 6, 2020

установки порогов переключения компаратора забыть перевести в положение "Работа", нормальное функционирование устройства будет нарушено (компаратор при этом будет "отрабатывать" только нижний порог, а выходной сигнал его будет неустойчивым из-за отсутствия положительной обратной связи). Поэтому вместо переключателя SA1 лучше применить электронный коммутатор с кнопочным управлением, который позволит не только оперативно переключать пороги, но и возвращать устройство в исходное состояние после прекращения воздействия на кнопки.

Схема устройства, работающего по описанному выше принципу, приведена на **рис. 2**. В исходном состоянии конденсатор C3 разряжен, поэтому на выходе элемента DD1.1 присутствует высокий логический уровень, который через диоды VD5, VD6 поступает на входы элементов DD1.2, DD1.3, которые образуют RS-триггер, и на выходах этих элементов будет низкий логический уровень, поэтому светодиоды HL1, HL2 не светят. Высокий уровень напряжения с выхода элемента DD1.1 поступает также на управляющие входы ключей DD2.2, DD2.3, DD2.4, поэтому они открыты, а на выходе ключа DD2.3 присутствует низкий логический уровень, закрывающий ключ DD2.1. Это состояние является для устройства исходным.

Входной сигнал с контакта XT3 через резистор R1 поступает на неинвертирующий вход компаратора DA2, а через открытый ключ DD2.2 — на контакт XT5, к которому подключают измерительный прибор (вольтметр). На инвертирующий вход компаратора через резистор R8 поступает напряжение с движка переменного резистора R4, которым устанавливают нижний порог переключения компаратора, а через диод VD2 — напряжение с движка переменного резистора R5, который служит для установки верхнего порога. Когда напряжение на входе устройства не превышает верхнего порога, выходной транзистор компаратора открыт и на выводе 6 элемента DD1.4 установлен низкий логический уровень, а на его выходе — высокий, поэтому через диод VD8 на нижний по схеме вывод переменного резистора R5 поступает напряжение питания, при этом светит светодиод HL3. На затвор полевого транзистора VT2 поступает напряжение, поэтому транзистор открыт, в результате контакт XT7 (Выход 2) соединён с общим проводом.

Когда входной сигнал превысит верхний порог, выходной транзистор компаратора DA2 закрывается, на выходе элемента DD1.4 появляется низкий логический уровень, в результате чего диод VD8 закрывается, светодиод HL3 гаснет и включается светодиод HL4. Транзистор VT2 при этом закрывается, а VT1 — открывается, поэтому контакт XT6 (Выход 1) будет соединён с общим проводом.

При нажатии на кнопку SB1 или SB2 через диод VD3 или VD4 заряжается конденсатор C3, поэтому на выходе элемента DD1.1 появляется низкий логический уровень и диоды VD5 и VD6 закрываются. На входах ключей DD2.2, DD2.3, DD2.4 появляется низкий логический уровень, поэтому они закрываются, и через резистор R7 на управляющий вход ключа DD2.1 и выход ключа DD2.3 поступает высокий логический уровень, устанавливающий на выходе элемента DD1.4 низкий логический уровень. При этом контакт XT5 оказывается подключённым к инвертирующему входу компаратора DA2, а транзисторы VT1, VT2 закрываются вне зависимости от состояния выходного транзистора компаратора, что предотвращает случайное включение нагрузок, подключённых к выходам устройства, во время его настройки. Светодиоды HL3, HL4 в режиме настройки также гаснут, так как на их анодах появляется низкий уровень напряжения, а переменный резистор R5 благодаря закрытому диоду VD8 оказывается отключённым от плюса источника питания.

Если нажать на кнопку SB1 "Нижний порог", высокий логический уровень появится на выходе элемента DD1.3, при этом включится светодиод HL2, а вольтметр, подключённый к контакту XT5, покажет напряжение на инвертирующем входе компаратора, величину которого устанавливают переменным резистором R4. При нажатии на кнопку SB2 Верхний порог включается светодиод HL1, при этом с выхода элемента DD1.2 через диод VD7 на переменный резистор R5 поступает напряжение питания, поэтому напряжение на инвертирующем входе компаратора изменится (увеличится) на величину, зависящую от положения движка переменного резистора R5. После отпускания кнопки SB1 или SB2 конденсатор C3 разряжается через резистор R6, и примерно через 5 с на выходе инвертора DD1.1 появляется высокий логический уровень и устройство возвращается в исходное состояние.

Таким образом, при нажатии на соответствующие кнопки переменными резисторами R4 и R5 можно регулировать напряжение на инвертирующем входе компаратора, величина которого будет отображаться вольтметром, подключённым к контакту XT5. Благодаря наличию диода VD2 регулировка получается частично независимой, т. е. напряжение, установленное переменным резистором R4 (нижний порог), не зависит от положения движка переменного резистора R5. Но так как напряжение верхнего порога зависит от положения движков обоих переменных резисторов, регулировку устройства не-

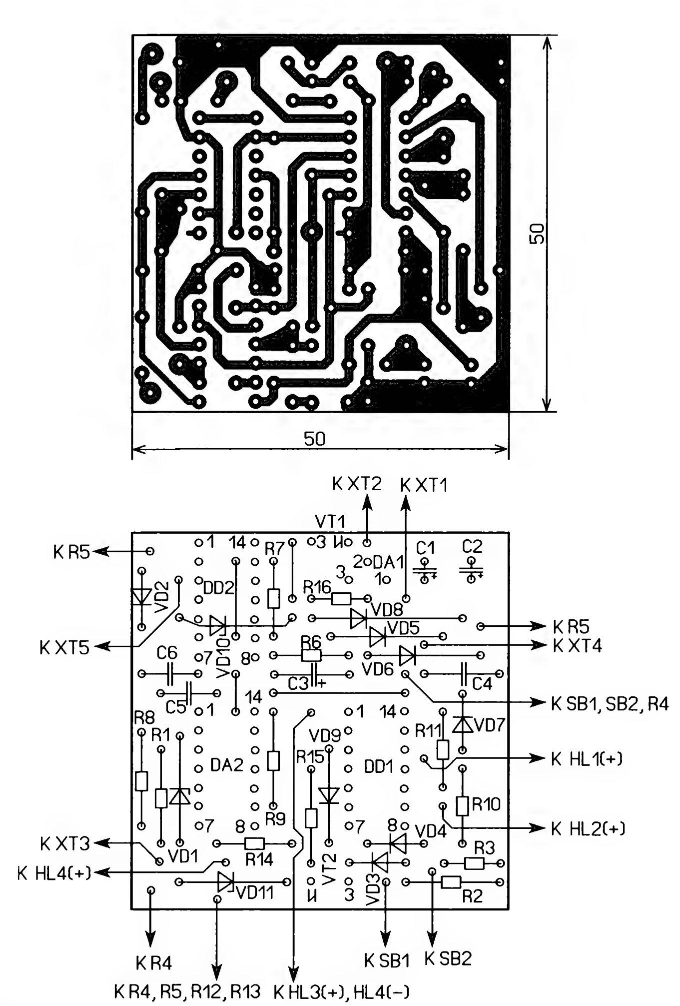


Рис. 3

обходимо начинать именно с установки нижнего порога.

Все элементы устройства питаются стабилизированным напряжением 12 В с выхода интегрального стабилизатора DA1. Конденсаторы C1, C2 сглаживают пульсации питающего напряжения, конденсатор C4 — блокировочный в цепи питания микросхем. Конденсаторы C5, C6 подавляют высокочастотные помехи на входах компаратора, а стабилитрон VD1 совместно с резистором R1 ограничивает напряжение на входе устройства до 11 В, предотвращая повреждение микросхем при попадании на вход повышенного напряжения. Стабилитроны VD10, VD11 защищают затворы полевых транзисторов от возможных выбросов напряжения, а диод VD9 защищает светодиод HL4 от обратного напряжения. Резисторы R12—R14 ограничивают ток через светодиоды, а резистор R8 защищает элементы устройства от короткого замыкания, которое может произойти при установке движков обоих переменных резисторов в нижнее по схеме положение.

Детали устройства, кроме резисторов R4, R5, R12, R13, можно разместить на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой приведён на **рис. 3**. Стабилитрон VD10 монтируют над микросхемой DD2, а стабилитрон VD1 укладывают на корпус микросхемы DA2, предварительно изогнув его выводы. Перемычку, расположенную под микросхемой DD2, следует установить в самом начале монтажа. Выводы стоков транзисторов перед их монтажом на плату удаляют, а проводники, идущие к контактам XT6 и XT7, подключают с помощью винтов с гайками непосредственно к теплоотводящим фланцам транзисторов. Сами транзисторы можно расположить как перпендикулярно, так и параллельно плате, отогнув их выводы под прямым углом. Печатный проводник общего провода, через который может протекать значительный ток, следует усилить путём напайки медного лужёного провода сечением 1,5 мм^2.

В устройстве можно использовать резисторы любого типа. При мощности резистора R1, равной 2 Вт, устройство может длительно выдерживать подачу на его вход сетевого напряжения без каких-либо негативных последствий. Если снизить требования к надёжности защиты, мощность этого резистора можно снизить до 0,125 Вт. В качестве R4, R5 можно использовать как переменные, так и подстроечные резисторы любого типа с линейной характеристикой, сопротивление которых можно варьировать в широких пределах как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Автор использовал подстроечные резисторы СП-04, имеющие капроновый вал, что позволяет безопасно производить регулировку в случае, если выходные цепи устройства гальванически связаны с сетью 230 В. Применив на месте R4, R5 многооборотные переменные резисторы, можно получить плавную и точную настройку порогов срабатывания компаратора.

Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные аналоги, при этом на месте C3 для повышения стабильности выдержки времени желательно применить танталовый конденсатор, остальные конденсаторы — керамические или плёночные, например КМ или К73. Стабилитроны — любые маломощные, при этом напряжение стабилизации стабилитрона VD1 может быть в интервале 10...12 В, а стабилитронов VD10, VD11 — в интервале 12...15 В. Диоды 1N4148 можно заменить практически любыми выпрямительными или импульсными диодами, например, серии КД521, КД522 с любым буквенным индексом. Интегральный стабилизатор напряжения КР142ЕН8Б можно заменить импортным 7812. Вместо микросхем серии К561 можно использовать функционально аналогичные микросхемы серии К176, КР1561 или импортные, компаратор К554СА3 может быть с любым буквенным индексом. Светодиоды — любые подходящие желательно повышенной яркости свечения, кнопки SB1, SB2 — также любые без фиксации.

Выбор транзисторов VT1, VT2 зависит от типа нагрузки, которую планируется подключать к устройству. В авторском варианте использованы мощные высоковольтные полевые переключательные транзисторы IRF840, поэтому к выходам устройства можно подключать как низковольтные, так и высоковольтные нагрузки с напряжением питания до 400 В и потребляемым током до 8 А (максимально допустимый ток нагрузки определяется площадью теплоотвода, на котором установлены транзисторы). Если к устройству планируется подключать сильноточные низковольтные нагрузки, то следует применить транзисторы IRFZ44N, а в случае использования маломощных нагрузок можно применить транзисторы 2N7000 или КП504, КП505.

Устройство снабжено двумя выходами, работающими инверсно, поэтому в зависимости от поставленной задачи можно использовать один из них. Например, если устройство работает в качестве термостата, нагреватель (при работе на нагрев) следует подключать к контакту XT7, а вентилятор (при работе на охлаждение) — к контакту XT6. В качестве нагрузки к выходам можно подключать как непосредственно исполнительные устройства (нагреватель, электромагнит, электродвигатель), так и коммутаторы, с помощью которых осуществляется управление нагрузкой. Если условия работы устройства требуют гальванической развязки его элементов от питающей сети, в качестве коммутаторов нагрузки можно использовать электромагнитные реле или симисторные оптопары, установив на месте VT1, VT2 менее мощные транзисторы. В том случае, если в устройстве требуется только один выход, все элементы, относящиеся к другому выходу, можно не устанавливать.

Собранное правильно и из исправных деталей устройство начинает работать сразу и в налаживании не нуждается. При необходимости время, в течение которого устройство находится в режиме настройки после отпускания кнопки SB1 или SB2, можно изменить путём подбора сопротивления резистора R6 и (или) ёмкости конденсатора C3. Совместно с устройством можно использовать вольтметр любой конструкции (цифровой или стрелочный с электронным усилителем), входное сопротивление которого составляет несколько мегом и более. Питающее напряжение подают на контакт XT1 от любого источника с выходным напряжением 15...30 В.

Конструктивное исполнение устройства зависит от возложенных на него задач и может быть любым. Его можно встроить как в уже существующий прибор, так и выполнить в виде автономной конструкции. Автор использовал именно второй вариант, и на базе устройства был создан вольтметр-сигнализатор, имеющий два входа и предел измерения 10 В. Для изготовления вольтметра к устройству, схема которого приведена на рис. 2, был добавлен стрелочный измерительный прибор, источник питания, а также некоторые другие элементы.

Схема дополнительных узлов приведена на **рис. 4** (нумерация элементов продолжает начатую на рис. 2). Измерительный прибор — микроамперметр PA1 с помощью контактов реле K1.1 может подключаться к выходу операционного усилителя DA3.1 или DA3.2. Резистор R24 является добавочным, а с помощью подстроечных резисторов R22 и R23 стрелку микроамперметра устанавливают на конечное деление шкалы.

Операционные усилители служат для согласования высокого входного сопротивления устройства с низким входным сопротивлением микроамперметра PA1 и включены как повторители, поэтому напряжение на входе каждого из них равно напряжению на выходе. На вход операционного усилителя DA3.1 поступает напряжение с контакта XT5 (см. рис. 2), а на вход DA3.2 — напряжение с контакта XT8 (вход 2), величину которого ограничивает цепь R17 VD12. Конденсатор C7 подавляет высокочастотные помехи.

Переключение между входами производится с помощью кнопки SB3. Когда контакты кнопки находятся в показанном на схеме положении, светит светодиод HL5, а обмотка реле K1 обесточена. При нажатии на кнопку включается светодиод HL6 и срабатывает реле, контакты которого подключают микроамперметр к выходу другого операционного усилителя. Через диод VD15 замыкается противо-ЭДС, возникающая в обмотке реле в момент его отключения.

Источник питания устройства состоит из понижающего трансформатора T1, в первичную обмотку которого включены плавкая вставка FU1 и резистор R18. Этот резистор немного снижает напряжение, подаваемое на первичную обмотку трансформатора, и тем самым облегчает режим его работы при повышенном напряжении сети. К вторичной обмотке трансформатора подключён выпрямитель, образованный диодным мостом VD13 и сглаживающи-

ми конденсаторами C8, C9, с выхода которого напряжение поступает на вход интегрального стабилизатора DA1 (см. рис. 2). Операционный усилитель DA3, а также светодиоды и реле питаются напряжением 12 В с выхода стабилизатора DA1, а конденсатор C10 сглаживает пульсации питающего напряжения.

Для того, чтобы к вольтметру можно было подключать различные внешние устройства, требующие наличия питающего напряжения, добавлен стабилизатор напряжения на микросхеме DA4. Стабилитрон VD14 повышает выходное напряжение микросхемы до 15,5 В, конденсатор C12 подавляет высокочастотные помехи.

Для защиты маломощного трансформатора T1 от перегрузки и короткого замыкания в схему стабилизатора напряжения 15 В добавлен ограничитель тока, выполненный на транзисторах VT3, VT4. Датчиком тока служит резистор R25, шунтирующий эмиттерный переход транзистора VT3, а транзистор VT4 выполняет роль ключа. Когда напряжение на резисторе R25 становится достаточным, транзистор VT3 открывается и напряжение на затворе транзистора VT4 уменьшается, в результате чего последний начинает закрываться. При указанных на схеме номиналах элементов ток, отдаваемый стабилизатором, не может превысить 20 мА.

Для защиты стабилизатора при ошибочной подаче на его выход повышенного (в том числе сетевого) напряжения служат диоды VD16, VD17 и плавкая вставка FU2. Диод VD16 не пропускает на выход стабилизатора положительное относительно общего провода постоянное напряжение и положительные полуволны переменного, а отрицательные полуволны проходят через диод VD17, вызывая перегорание плавкой вставки FU2. Таким образом, устройство оказывается надёжно защищённым как по обоим входам, так и по выходу, поэтому гарантированно не выйдет из строя даже при неумелом с ним обращении.

Автор применил микроамперметр от высокочастотного измерителя мощности с сопротивлением рамки $R_р$ = 676 Ом и током полного отклонения стрелки $I_{откл}$ = 200 мкА. В случае применения другого микроамперметра необходимо изменить сопротивление добавочного резистора R24, которое при известном сопротивлении подстроечного резистора R22 (R23) и заданном напряжении питания можно вычислить по формуле:

$R24 = 1000U_{пит}/0{,}9\ I_{откл} - (R_р + R22)$, где сопротивление — в килоомах, ток — в микроамперах, а напряжение — в вольтах. Коэффициент 0,9 в этой формуле необходим для того, чтобы при максимальном сопротивлении подстроечного резистора R22 (R23) стрелка микроамперметра не доходила до конечной отметки шкалы.

Требования к деталям устройства такие же, что и для прибора по схеме, приведённой на рис. 2. На месте DA3 можно использовать любой из многочисленных аналогов микросхемы LM358N, например КР1040УД1, транзистор VT3 — германиевый, например, МП16, МП25, МП42 с любым буквенным индексом или кремниевый КТ361, КТ3107 также с любым буквенным индексом (в случае применения кремниевого транзистора сопротивление резистора R25 следует увеличить приблизительно вдвое). На месте транзистора VT4 можно использовать любой p-канальный полевой транзистор с допустимой рассеиваемой мощностью не менее 300 мВт (больше — лучше) или составной биполярный транзистор структуры p-n-p. Диодный мост VD13 — с обратным напряжением не менее 50 В и допустимым током 100 мА и более, диоды VD16, VD17 должны иметь обратное напряжение 400 В и более. Диод VD17 должен без повреждения выдерживать ток, в несколько раз превышающий номинальный ток предохранителя FU2, поэтому здесь желательно использовать диод с допустимым прямым током 3 А и

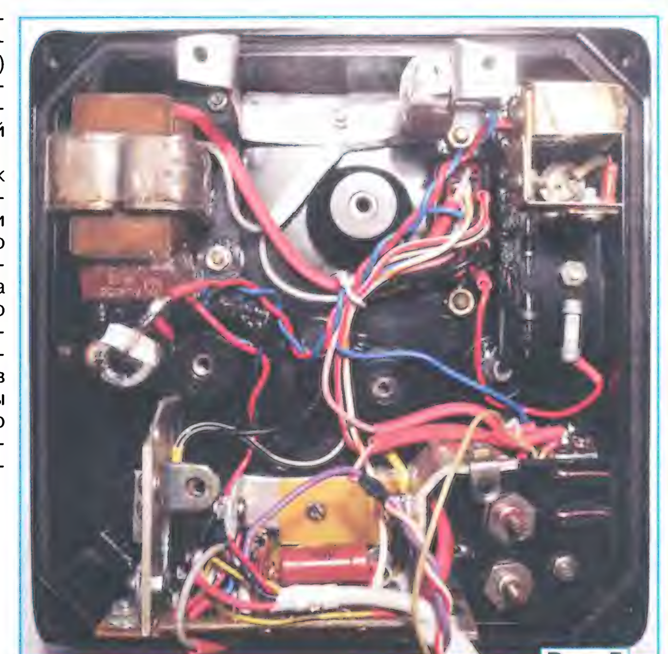


Рис. 5

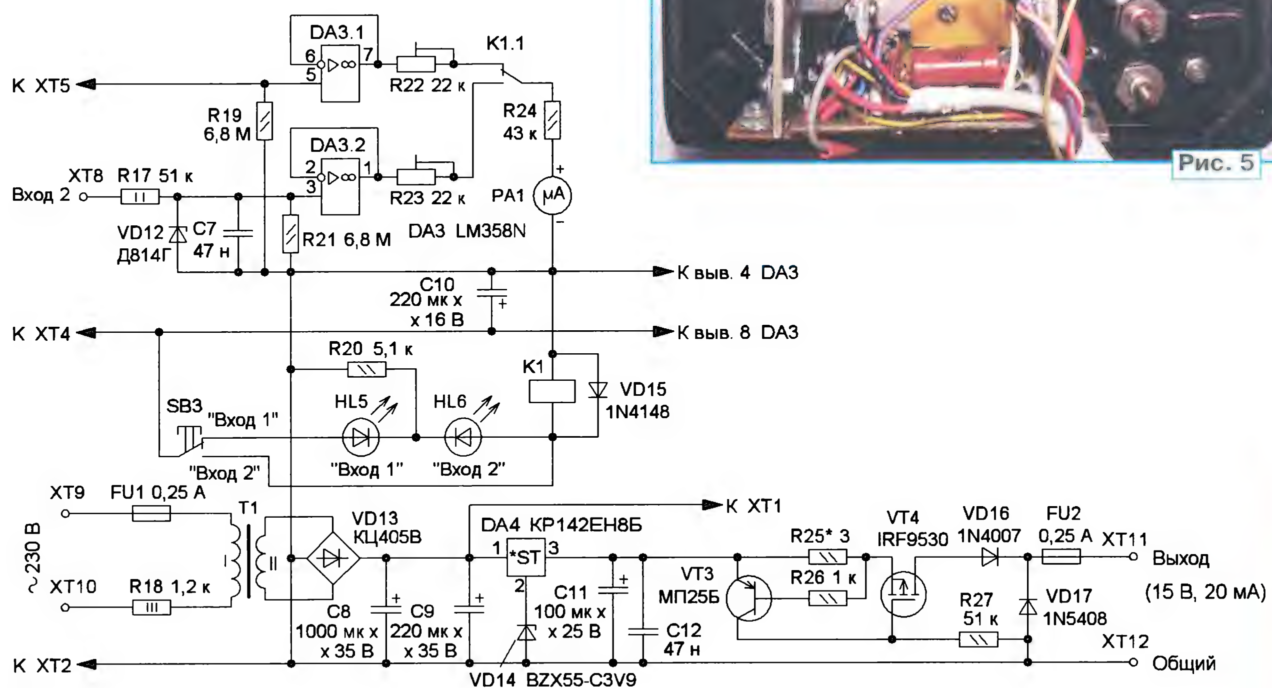


Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

более. Если защита выхода не нужна, то элементы VD16, VD17, FU2 не устанавливают.

Трансформатор Т1 — с выходным напряжением около 20 В при токе нагрузки 70 мА или выше (автор использовал трансформатор от блока питания БП9/01), реле — любое с номинальным напряжением 12 В, имеющее контакты на переключение, например, РЭС10 исполнение 031-03-01. Если использовать кнопку SB3 с двумя группами контактов на переключение, реле из схемы можно исключить, заменив его контакты контактами кнопки.

В авторском варианте детали устройства смонтированы в корпусе неисправного щитового амперметра. Печатная плата устройства (см. рис. 2) закреплена в нижней части корпуса между двумя алюминиевыми теплоотводами площадью по 30 см^2 каждый, на которых закреплены транзисторы VT1, VT2. Трансформатор Т1, диодный мост VD13 и конденсатор С8 смонтированы на пластине из полистирола, размещённой в левой верхней части корпуса, а элементы стабилизатора напряжения 15 В и узла защиты выхода — на пластине из того же материала, размещённой вверху справа. Операционный усилитель DA3, подстроечные резисторы R22, R23, реле К1 и другие элементы смонтированы на пластине, закреплённой в правом нижнем углу корпуса. Все внешние цепи устройства выведены на разъём РП14-10, расположенный на задней стенке корпуса. Вид на монтаж устройства (без микроамперметра) приведён на **рис. 5**.

Микроамперметр закреплён в корпусе четырьмя винтами М3, два из которых завинчены в угольники с резьбой, прикреплённые к теплоотводам, а два других — в отверстия П-образной стальной полосы, закреплённой на задней стенке корпуса. К этой же полосе с помощью изоляционной ленты прикреплён резистор R18, предварительно помещённый в отрезок термоусаживаемой трубки.

Узел установки стрелки микроамперметра на нулевое деление шкалы видоизменён (**рис. 6**), что позволяет регулировать положение стрелки без вскрытия корпуса прибора. К основанию микроамперметра прикреплён угольник с резьбой, в отверстие которого закручен винт М3 длиной 50 мм. К пластине с прорезью, являющейся элементом штатного узла установки нуля, припаяна латунная шайба, в отверстие которой вставлен поводок из отрезка медной проволоки, второй конец которого согнут в кольцо вокруг винта. Кольцо зафиксировано между круглой головкой винта и двумя гайками с таким расчётом, чтобы винт мог свободно вращаться в кольце, а для того, чтобы поводок не мог перемещаться в плоскости винта, под него подложена пластина из тонкого стеклотекстолита, закреплённая с помощью винта, фиксирующего левый упор стрелки микроамперметра. На другой конец винта надета пластмассовая втулка с запрессованной в неё гайкой М3, а на противоположном конце втулки сделана прорезь под жало плоской отвёртки. В боковой части верхней крышки корпуса устройства просверлено отверстие, через которое с помощью отвёртки можно вращать втулку и винт, при этом поводок перемещается, увлекая за собой пластину штатного узла установки нуля.

Светодиоды индикации смонтированы на пластине из полистирола, которая своей верхней частью закрывает механизм микроамперметра. Толкатели кнопок SB1—SB3 выведены на переднюю панель прибора, а валы переменных резисторов R4 и R5 — в нижнюю часть передней панели под шлиц. Внешний вид вольтметра в сборе приведён на **рис. 7**.

Для налаживания вольтметра необходим регулируемый источник постоянного напряжения, в качестве которого можно использовать переменный резистор (желательно многооборотный), движок которого подключают к входу прибора (контакт XT3), а два других вывода — к контактам XT11 и XT12. Между контактами XT3 и XT12 подключают образцовый вольтметр и, установив стрелку микроамперметра на нулевую отметку шкалы, включают устрой-

Рис. 6

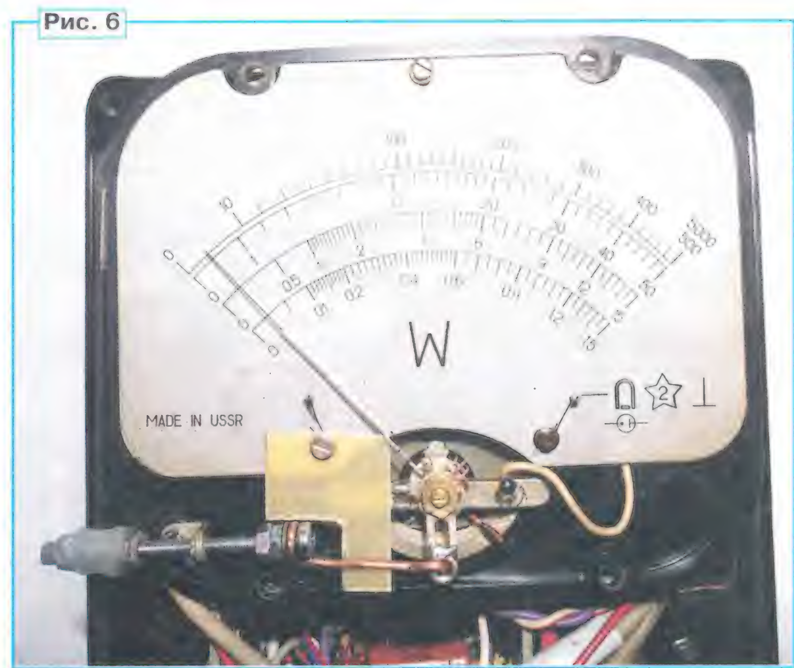




Рис. 7

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ство в сеть и устанавливают с помощью переменного резистора напряжение на входе, равное 10 В. Затем подстроечным резистором R22 устанавливают стрелку микроамперметра на конечное деление шкалы, после чего подключают движок переменного резистора и образцовый вольтметр к контакту XT8, нажимают на кнопку SB3 и устанавливают стрелку на конечное деление шкалы с помощью подстроечного резистора R23. После этого к микроамперметру изготавливают новую шкалу (или корректируют надписи на старой) и ещё раз проверяют правильность градуировки прибора.

Описанный прибор можно использовать при налаживании различных радиолюбительских конструкций, подключив к контактам XT6 и XT11 звуковой излучатель со встроенным генератором. При этом прибор просигнализирует о достижении входным напряжением установленного значения появлением звукового сигнала, а при подключении звукового излучателя к контактам XT7 и XT11 звуковой сигнал будет появляться при снижении входного напряжения ниже установленного значения. С помощью такого вольтметра можно измерять напряжение, превышающее 10 В, достаточно изготовить к нему внешний делитель с нужным коэффициентом деления. Для измерения переменного напряжения его следует выпрямить с помощью диодного моста или одиночного диода, при этом сглаживающий конденсатор на выходе выпрямителя не требуется, так как его роль будет играть конденсатор C5 (C7) устройства.

Вольтметр-сигнализатор можно превратить в амперметр переменного тока. Для этого к нему следует изготовить приставку, схема которой приведена на **рис. 8**. В качестве трансформатора тока T1 применён дифференциальный трансформатор от модуля защитного отключения (УЗО) МЗО11, имеющий сопротивление обмотки 73,5 Ом. С таким трансформатором устройство измеряет ток до 10 А, что позволяет использовать его при налаживании и ремонте большинства бытовых электроприборов, а наличие возможности установки порога включения сигнализации позволяет извещать об изменении потребляемого тока или собрать регулируемый ограничитель или стабилизатор тока. Настраивают амперметр с помощью резистора R1 (желательно использовать проволочный переменный резистор), с помощью которого показания прибора устанавливают равными показаниям образцового амперметра. Применив другой трансформатор тока, пределы измерения амперметра можно изменить.

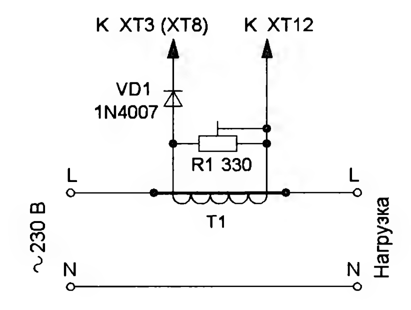


Рис. 8

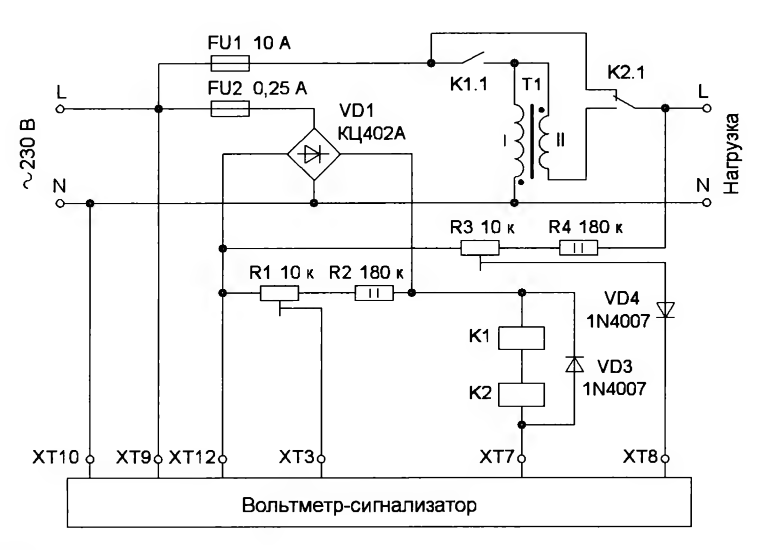


Рис. 9

С использованием вольтметра-сигнализатора можно построить простой регулятор, позволяющий включать вольтодобавку при значительном снижении напряжения в сети (**рис. 9**). Пока напряжение сети превышает установленное значение, обмотки реле K1, K2 обесточены, поэтому первичная обмотка трансформатора T1 отключена от сети, а нагрузка получает питание в обход трансформатора. Когда напряжение сети упадёт ниже порога переключения вольтметра-сигнализатора, реле K1, K2 включатся, первичная обмотка трансформатора окажется подключённой к сети, а нагрузка будет подключена к вторичной обмотке.

Такой регулятор удобно использовать для питания однофазных асинхронных двигателей в том случае, если напряжение в сети может уменьшаться ниже предела, при котором ток двигателя превысит номинальный или его нормальный запуск будет невозможен. Подобное устройство, построенное на компараторе К554СА3, автор в течение нескольких лет использовал для питания холодильника на даче, так как при снижении напряжения сети ниже 160 В нормальный пуск электродвигателя компрессора холодильника был затруднён. Был применён трансформатор мощностью около 400 В·А с напряжением вторичной обмотки 40 В, а компаратор настроен таким образом, что трансформатор включался при снижении напряжения в сети до 165 В и отключался при превышении 180 В. Конечно, колебания напряжения на нагрузке при использовании подобного регулятора получаются значительными, но надёжность его значительно выше по сравнению со стабилизаторами напряжения китайского производства, коммутация обмоток в которых осуществляется с помощью электромагнитных реле. Конечно, в данном регуляторе коммутация также релейная, но благодаря широкой петле гистерезиса реле переключаются нечасто, поэтому срок их службы возрастает.

Реле K1, K2 — РП21М УХЛ4 с номинальным напряжением 110 В и сопротивлением обмотки 6500 Ом (обе группы переключающих контактов этих реле соединены параллельно). Два реле можно заменить одним с номинальным напряжением 220 В постоянного тока и контактами, рассчитанными на коммутацию тока нагрузки, или использовать низковольтное реле, подключив его через понижающий трансформатор и выпрямитель. Второй вход вольтметра-сигнализатора можно использовать для измерения выходного напряжения, как показано на рис. 9, или подключить его по схеме, приведённой на рис. 8, что позволит контролировать потребляемый нагрузкой ток.

Вольтметр-сигнализатор можно использовать в качестве термостата. Для этого к его входу следует подключить делитель напряжения, состоящий из резистора и терморезистора, или использовать приставку-термометр, описанную в [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Андреев Ю.** Стабилизаторы температуры в бытовых устройствах. — Радио, 1998, № 6, с. 45—47.

2. **Рюмик С.** Разработки индийских радиолюбителей. Приставка к вольтметру для измерения температуры. — Радио, 2012, № 8, с. 27.

*От редакции. Чертёж печатной платы в формате Layout размещён по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/porog.zip** на нашем сервере.*

Авиамодельный высотомер с цифровым индикатором

О. ИЛЬИН, г. Казань

Предлагается вариант барометрического высотомера для авиамодели класса F-1C, в котором, в отличие от [1], применён электронный цифровой индикатор высоты, что повышает точность отсчёта и упрощает конструкцию индикатора. Этот высотомер можно применить на авиамоделях и других классов, а также на моделях ракет и воздушных шаров.

Принцип действия этого прибора, как и ранее описанного в [1], основан на фиксации изменений атмосферного давления с высотой [2].

Основные технические характеристики

Максимальная измеряемая высота, м 200
Погрешность измерения высоты, м, не хуже ....±5
Номинальное напряжение питания, В 12,6
Потребляемый ток, мА, не более 80

Функциональная схема прибора приведена на **рис. 1**. В исходном состоянии одновибраторов G12, G11 напряжение на их выходах имеет низкий логический уровень. Оно поступает соответственно на первый и второй входы логического элемента D1 (ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ). При низком уровне на обоих входах этого элемента уровень на его выходе также низкий. Этот уровень поступает на один из входов элемента D2 (2И-НЕ), блокируя прохождение на вход счётчика D3 прямоугольных импульсов, вырабатываемых генератором GN3 и поступающих на второй вход логического элемента D2. В отсутствие импульсов на входе счётчик D3, автоматически установленный в нулевое состояние в момент включения прибора, формирует на своих выходах код, при котором показания подключённого к ним индикатора высоты нулевые.

Когда на вход формирователя коротких импульсов A1 с соответствующего выхода имеющегося на борту авиамодели класса F1-C таймера (например, описанного в [3]) поступает перепад напряжения с низкого на высокий логический уровень, формирователь A1 выдаёт короткий импульс низкого логического уровня, который поступает на входы запуска обоих одновибраторов.

Выходной сигнал датчика давления — напряжение, пропорциональное текущему атмосферному давлению на высоте подъёма модели. Оно поступает на вход УПТ A2. Для компенсации составляющей этого напряжения, зависящей от атмосферного давления в месте старта авиамодели (т. е. на высоте, принимаемой за нулевую), на компенсирующий вход УПТ подано напряжение смещения U_0. Перед запуском модели, регулируя это напряжение, устанавливают выходное напряжения УПТ на начальный уровень, от которого прибор отсчитывает результат измерения.

Выходное напряжение УПТ приложено к управляющему входу одновибратора G12. От него зависит длительность прямоугольного импульса, формируемого этим одновибратором. На нулевой высоте длительность прямоугольных импульсов, формируемых одновибраторами G11 и G12 должна быть одинаковой.

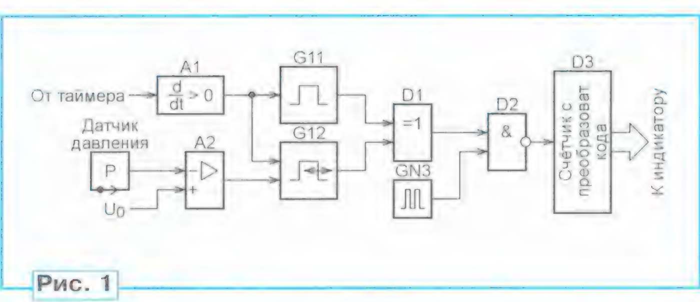


Рис. 1

После взлёта авиамодели по мере её подъёма в воздух напряжение на выходе датчика атмосферного давления уменьшается, а напряжение на выходе УПТ A2 растёт. В заданный момент времени таймер подаёт команду измерить высоту подъёма модели в воздух. При этом с его выхода на вход формирователя A1 поступает перепад напряжения с низкого на высокий логический уровень. В результате этого на выходе A1 формируется короткий импульс низкого логического уровня.

Этот импульс запускает одновибраторы G11 и G12, при этом одновибратор G12 вследствие воздействия на него возросшего на высоте выходного напряжения УПТ A2 генерирует более длительный импульс, чем тот, что формирует одновибратор G11.

Когда импульсы обоих одновибраторов поступают на входы логического элемента D1, на его выходе возникает разностный прямоугольный импульс высокого логического уровня. Разностный прямоугольный импульс с выхода логического элемента D1, длительность которого пропорциональна выходному напряжению УПТ A2 в момент срабатывания таймера, следовательно, и высоте полёта авиамодели в этот момент, поступает на вход логического элемента D2, разрешая прохождение на вход счётчика прямоугольных импульсов, вырабатываемых генератором GN3.

Счётчик D3 подсчитывает, сколько импульсов поступило на его вход за интервал времени, равный длительности разностного импульса, сформированного логическим элементом D1, и преобразует это число в код, подаваемый на цифровой индикатор, который станет показывать высоту, достигнутую авиамоделью в момент срабатывания таймера.

Принципиальная схема высотомера приведена на **рис. 2**. Датчик абсолютного атмосферного давления B1 MPX4115A включён по типовой схеме. Конденсатор C4 — фильтрующий. Интегральный стабилизатор напряжения DA7 вместе со сглаживающими конденсаторами C16 и C18 обеспечивает питание датчика B1 напряжением +5 В.

На сдвоенном ОУ DA1, резисторах R10, R13, R17—R19, конденсаторе C11 и транзисторе VT2 собран УПТ A2. Он состоит из буферного повторителя напряжения на ОУ DA1.1 и инвертирующего усилителя на ОУ DA1.2. Коэффициент усиления УПТ задан отношением суммы сопротивлений резисторов R13, R17 к сопротивлению резистора R10. Конденсатор C11 уменьшает уровень высокочастотных шумов и наводок на выходе УПТ, ограничивая сверху его полосу пропускания, которая не превышает 100 Гц. Эмиттерный повторитель на транзисторе VT2, понижая выходное напряжение ОУ DA1.2 на фиксированную величину, равную прямому падению напряжения на эмиттерном переходе транзистора VT2, расширяет в область малых значений рабочий интервал выходного напряжения УПТ, простирающийся от +1 до +7,1 В.

Разъём XS1 предназначен для контроля выходного напряжения УПТ при налаживании и калибровке прибора. Резистор R22 ограничивает ток нагрузки эмиттерного повторителя. Интегральный стабилизатор напряжения DA2 со сглаживающими конденсаторами C8 и C12 обеспечивает питание УПТ напряжением +9 В.

Делитель напряжения R9R11R14 формирует напряжение смещения U_0, подаваемое на неинвертирующий вход

ОУ DA1.2 для установки нулевых показаний на нулевой высоте. Необходимое значение этого напряжения устанавливают подстроечным резистором R11. Конденсатор C10 подавляет помехи.

На включённом инвертором логическом элементе DD1.1, резисторах R1, R2 и конденсаторе C3 собран формирователь коротких импульсов A1. Их длительность задана постоянной времени цепи R2C3. Резистор R1 устраняет неопределённое состояние логического элемента DD1.1, когда его входы не соединены с таймером.

Интегральный таймер DA5, ОУ DA6, компаратор напряжения DA8, транзисторы VT1, VT3, резисторы R3, R4, R6, R8, R15, R16, R21, R26 и конденсаторы C1, C7, C14 образуют одновибратор G12. На ОУ DA6 и транзисторе VT1 собран генератор стабильного тока (ГСТ). Его питает интегральный стабилизатор напряжения DA2. Транзистор VT3 — электронный ключ. Делитель напряжения R3R4 — источник образцового напряжения для ГСТ. Резисторы R8 и R16 задают выходной ток ГСТ. Резистор R6 определяет режим работы ОУ DA6. Резисторы R15, R21 ограничивают токи базы транзисторов VT1 и VT3, резистор R26 — нагрузка компаратора напряжения DA8. Конденсаторы C1, C7 — блокировочные, конденсатор C14 — времязадающий.

В момент появления на входах логического элемента DD1.1 нарастающего перепада напряжения на вход S интегрального таймера DA5 с дифференцирующей цепи R2C3 поступает короткий импульс низкого уровня, устанавливающий интегральный таймер DA5 в состояние с высоким уровнем на выходах.

Низкий уровень с выхода элемента DD1.1 через резистор R21 поступает на базу транзистора VT3, переводя транзистор VT3 из открытого в закрытое состояние. Конденсатор C14, разряженный при открытом транзисторе VT3, после его закрывания заряжается током ГСТ. Линейно нарастающее напряжение с этого конденсатора подано на инвертирующий вход компаратора DA8, к неинвертирующему входу которого приложено напряжение с выхода УПТ.

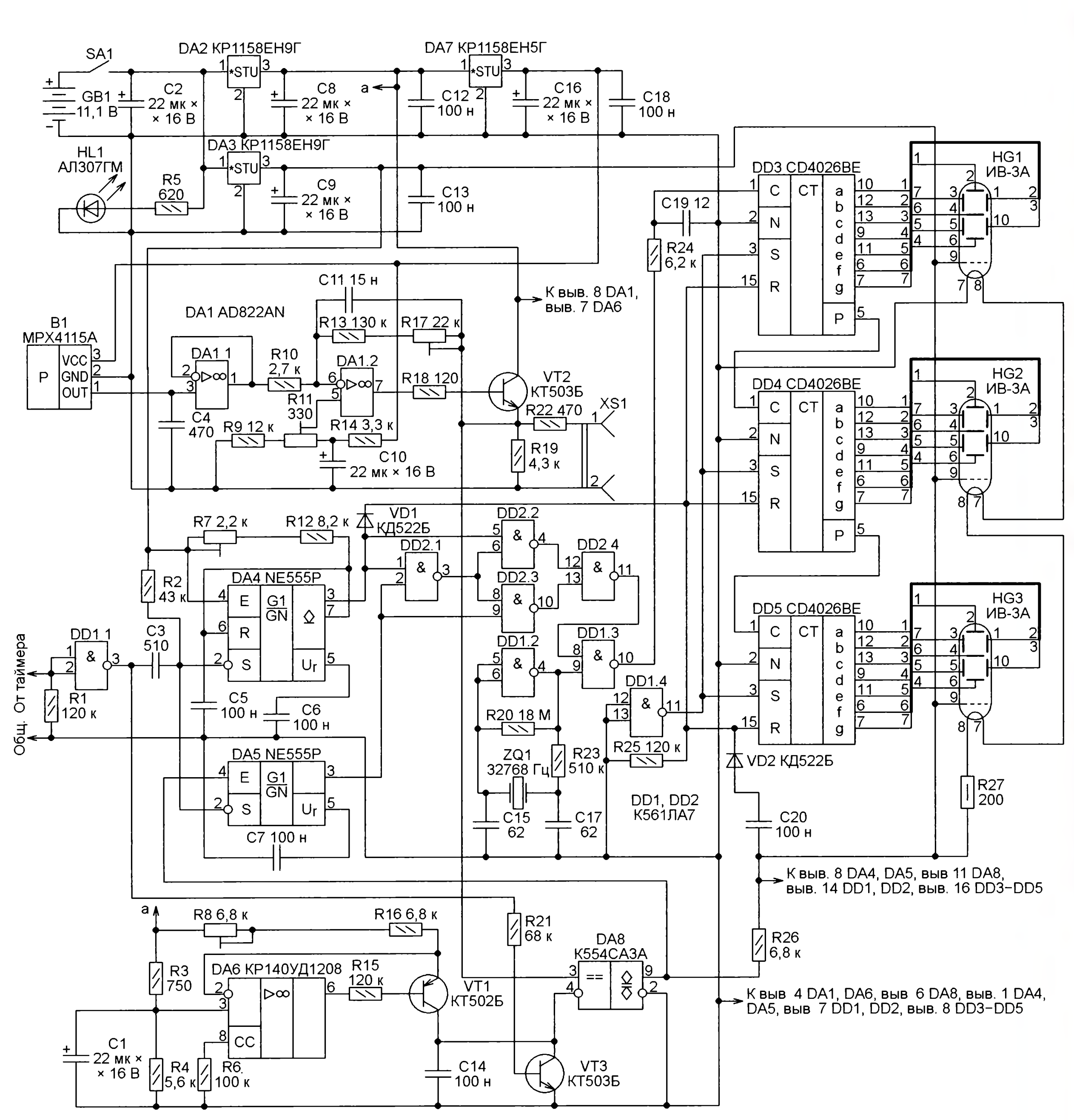


Рис. 2

В момент запуска одновибратора G12 напряжение на неинвертирующем входе компаратора DA8 превышает напряжение на его инвертирующем входе, при этом напряжение на выходе компаратора DA8 имеет высокий логический уровень, который поступает на вход E интегрального таймера DA5, устанавливая на его выходе высокий уровень напряжения.

При превышении напряжением на конденсаторе C14 выходного напряжения УПТ компаратор DA8 переходит в противоположное состояние. В результате этого на вход E интегрального таймера DA5 с выхода компаратора DA8 поступает напряжение низкого логического уровня, следствие чего — установка низкого логического уровня и на выходе интегрального таймера DA5. На этом процесс формирования одновибратором G12 прямоугольного импульса напряжения завершён.

На интегральном таймере DA4 с времязадающей цепью R7R12C5 собран одновибратор G11. Конденсатор C6 — блокировочный. Схема одновибратора G11 типовая и особенностей не имеет.

Элементы микросхемы DD2 образует логический узел D1. На логическом элементе DD1.2, кварцевом резонаторе ZQ1, резисторах R20, R23 и конденсаторах C15, C17 собран генератор прямоугольных импульсов GN3. DD1.3 — логический элемент 2И-НЕ (D2).

Трёхдекадный счётчик импульсов D3 с преобразователем кода счётчика в код семиэлементных индикаторов состоит из микросхем DD3—DD5. Цепь R25C20VD2 служит для установки счётчика в нулевое состояние при включении прибора, а для повышения помехоустойчивости прибора через диод VD1 производится установка этого счётчика в нулевое состояние и перед формированием разностного импульса логическим узлом D2. Интегрирующая цепь R24C19 подавляет помехи. Логический элемент DD1.4 служит источником напряжения высокого логического уровня, которое необходимо подавать на входы S микросхем DD3—DD5.

Индикатор высоты состоит из трёх вакуумных люминесцентных индикаторов ИВ-3А (HG1—HG3), достоинства которых — миниатюрность, экономичность и небольшая масса, а также возможность непосредственного подключения анодов-элементов к соответствующим выходам микросхем DD3—DD5 структуры КМОП.

Интегральный стабилизатор напряжения DA3 со сглаживающими конденсаторами C2, C9 и C13, обеспечивает напряжением 9 В импульсные и цифровые функциональные узлы высотомера. Это же напряжение через балластный резистор R27 питает и нити накала индикаторов HG1—HG3, ток накала которых приблизительно 30 мА.

Светодиод HL1 с резистором R5 — индикатор включённого состояния прибора. SA1 — выключатель питания. GB1 — малогабаритная сборка из трёх Li-Po аккумуляторов с суммарным напряжением 11,1 В.

Монтаж высотомера выполнен навесным способом на макетной плате. Оксидные и керамические конденсаторы — импортные, вместо них можно использовать отечественные К50-35 и К10-17-1а соответственно. Конденсаторы C5, C14 — плёночные К73-17, которые можно заменить конденсаторами К73-9 или К73-24. Постоянные резисторы — С2-33, возможная замена — С2-23, МЛТ, ОМЛТ. Подстроечные резисторы — многооборотные импортные, вместо них можно применить отечественные РП1-48, СП3-39.

Диоды КД522Б можно заменить диодами этой же серии или другими подобными, например, серий КД503, КД521. Замена светодиода АЛ307ГМ — любой другой, подходящий по цвету и яркости свечения. Вместо вакуумных люминесцентных индикаторов ИВ-3А подойдут ИВ-3. Транзисторы КТ502Б и КТ503Б допустимо заменить транзисторами соответствующей структуры этих же серий или подобными других серий.

Микросхемы серии К561 в этом приборе можно заменить их функциональными аналогами серий К176, 564 или импортными. При замене микросхем CD4026BE отечественными К176ИЕ4 нужно учитывать различия в назначении их выводов. Интегральные таймеры NE555P могут быть заменены их функциональными аналогами — отечественными КР1006ВИ1 или импортными, содержащими, как правило, цифры 555 в обозначении. ОУ AD822AN можно заменить другим той же серии или серии AD823. Замена ОУ КР140УД1208 — 140УД12, К140УД12, КР140УД12 с учётом различий в типе корпуса и назначении выводов.

Компаратор напряжения К554СА3А заменят микросхемы К554СА3Б, Р554СА3А, К554СА301А, К554СА301Б, 521СА3, Н521СА3, 521СА301, К521СА301А, К521СА301Б с учётом различий в типах корпусов и назначении выводов, а также импортные функциональные аналоги LM111 или LM311.

Интегральные стабилизаторы КР1158ЕН5Г, КР1158ЕН9Г можно заменить микросхемами этой же серии в ином конструктивном исполнении или других серий с номинальным выходным напряжением соответственно +5 В и +9 В. Выключатель SA1 и гнездо XS1 — любые малогабаритные, подходящие по конструкции и электрическим характеристикам.

Налаживание высотомера начните с установки подстроечным резистором R11 напряжения на выходе УПТ (разъёме XS1) равным 1 В. К входу высотомера вместо таймера подключите генератор импульсов со скважностью 2 логических уровней КМОП. Частоту импульсов установите в интервале 25...50 Гц. Включите генератор и с помощью осциллографа наблюдайте прямоугольные импульсы на выходе одновибраторов G11 (выводе 3 DA4) и G12 (выводе 3 DA5). Подстроечными резисторами R7 и R8 установите длительность этих импульсов одинаковой и равной 1 мс, при этом на всех индикаторах HG1—HG3 должны светиться нули.

Поместив датчик B1 в камеру пониженного давления, проверьте функционирование прибора при изменении атмосферного давления. У нормально работающего высотомера при понижении давления в камере на 17,85 мм Hg от значения, соответствующего нулевой высоте (что равносильно подъёму модели на высоту 200 м над местом старта [2]), напряжение на выходе УПТ должно увеличиться от 1 до 7,1 В, а длительность импульсов, вырабатываемых одновибратором G12, возрасти от 1 до 7,1 мс. Чувствительность прибора к изменению атмосферного давления отрегулируйте подстроечным резистором R17. Отключив от входа высотомера генератор импульсов, подайте на этот вход перепад напряжения от 0 до 9 В. При этом индикаторы HG1—HG3 должны показать число 200.

При отсутствии камеры пониженного давления проверку функционирования прибора и его налаживание можно произвести как по естественным погодным изменениям атмосферного давления, ставя их в соответствие с зависимостью атмосферного давления от высоты, приведённой в [1, 2], так и поднимая прибор, например, на верхний этаж высокого здания либо на возвышенность известной высоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ильин О**. Высотомер для таймерной авиамодели. — Радио, 2020, № 3, с. 44—47.
2. ГОСТ 4401-81. Атмосфера стандартная. Параметры. — URL: **http://docs.cntd.ru/document/gost-4401-81** (20. 03. 20).
3. **Ильин О.** Авиамодельный таймер. — Радио, 2018, № 5, с. 38—41.

Кабельный пробник на двух микроконтроллерах ATtiny2313 с функцией отключения питания

С. РЫЧИХИН, г. Первоуральск Свердловской обл.

В статье этого же автора "Кабельный пробник на микроконтроллерах AVR" ("Радио", 2019, № 9, с. 10—13) описан вариант кабельного пробника на микроконтроллерах ATmega8A-PU в передатчике и ATtiny24A-PU в приёмнике. Сегодня он предлагает вниманию читателей более простой вариант этого прибора, предназначенный для выполнения сравнительно небольшого объёма работ по изготовлению и ремонту кабелей. Пробник имеет практически те же возможности, но выполнен на двух одинаковых и более распространённых микроконтроллерах ATtiny2313A-PU. Предусмотрен автоматический перевод микроконтроллеров в "спящий" режим с пониженным до предела энергопотреблением, что позволило не отключать батареи питания по завершении работы.

С помощью этого прибора легко находить в многопроводных кабелях нужные провода и проверять их исправность. Для этого на одном конце кабеля к ним подключают выходы передатчика с пронумерованными зажимами "крокодил". Общие выводы передатчика и ключённого к его началу выхода передатчика.

В отличие от первого варианта, из приёмника исключён контроль напряжения батареи при включении. Убраны выключатели питания, теперь напряжение батарей подано на приёмник и Powerdown после длительного отсутствия этих импульсов. Ток потребления, как передатчика, так и приёмника в этом режиме не превышает 2 мкА. Число проверяемых проводов кабеля уменьшено с 22 до 15. За счёт этого схема передатчика упрощена.

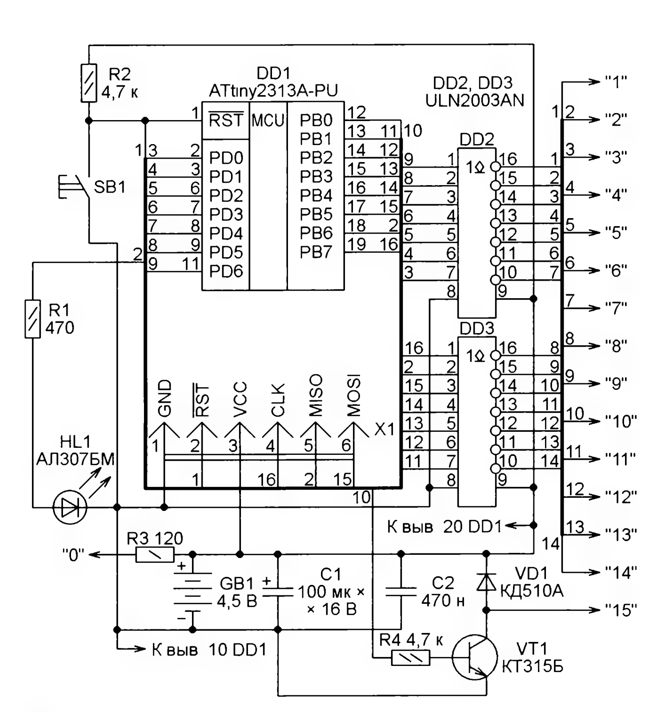


Рис. 1

Рис. 2

приёмника (также снабжённые "крокодилами") соединяют вместе, причём использовать для этого можно как один из проводов кабеля, так и отдельный провод. На противоположном конце кабеля поочерёдно касаются его проводов щупом приёмника. При каждом таком касании, если провод исправен, на индикаторе приёмника появляется его номер, соответствующий номеру подпередатчик непрерывно. Большую часть времени микроконтроллер передатчика находится в режиме Powerdown с минимальным потреблением. Активизируют его и вновь "усыпляют" нажатиями на кнопку.

Микроконтроллер приёмника переходит в активный режим автоматически с появлением на входе импульсов передатчика, а переходит в режим

В режим Powerdown приёмник и передатчик переходят автоматически по истечении заданного времени бездействия. Передатчик — через 40 мин с момента включения. Приёмник — через четыре минуты с момента включения или окончания последней операции "прозвонки".

Приёмник автоматически активизируется без нажатия на кнопку, если на

Рис. 3

его вход поданы импульсы от передатчика. Всё это обеспечивает экономию энергии батарей и повышает удобство пользования. Не приходится, например, специально идти к передатчику, чтобы выключить его по завершении "прозвонки".

Схема передатчика представлена на **рис. 1**. Его основа — микроконтроллер DD1. Для подключения проводов проверяемого кабеля использованы все линии его портов, которые могут работать как выходы. Это восемь линий порта B и семь линий порта D — всего 15.

Для усиления контрольных импульсов применены микросхемы ULN2003AN (DD2, DD3), содержащие по семь транзисторных ключей. Недостающий 15-й ключ выполнен на транзисторе VT1, диоде VD1 и резисторе R4.

На указанных выводах микроконтроллер DD1 формирует пачки импульсов, число импульсов в которых соответствует номеру проверяемого проводника. В цепи начальной установки микроконтроллера имеется кнопка SB1. При нажатии на неё микроконтроллер DD1 переходит в исходное состояние. Начавшая работать программа проверяет, прежде всего, разряд состояния r5.0. Если в нём записана логическая единица, программа заменяет её логическим нулём и продолжает свою работу. При повторном нажатии на кнопку перезапущенная программа обнаруживает, что в разряде статуса записан логический ноль, инвертирует его, а затем переводит микроконтроллер в энергосберегающий режим Powerdown.

Резистор R3 ограничивает ток через проверяемые провода и, следовательно, через ключи микросхем DD2, DD3 и транзистор VT1. Мигание светодиода HL1 сообщает об активной работе передатчика. Погашенный светодиод означает, что передатчик переведён в режим Powerdown. Разъём X1 служит для подключения программатора.

Программа для передатчика написана в среде Algorithm Builder 5.44. Отказ от компилятора BASCOM-AVR 2.0.7, использовавшегося для разработки программы передатчика первой версии прибора, связан с тем, что при начале работы микроконтроллера этот компилятор принудительно заполняет всё его ОЗУ нулями, поэтому невозможно сохранить там информацию, занесённую в предыдущем сеансе работы. Использовать для этого EEPROM микроконтроллера было сочтено нецелесообразным.

Чертёж печатной платы передатчика представлен на **рис. 2**.

Схема микроконтроллерной части приёмника изображена на **рис. 3**, а индикаторной — на **рис. 4**. Их одноимённые выводы a—h, k1, k2, з, к, о должны быть соединены проводами. Импульсы от передатчика приходят на щуп "X" и на провод "0" с зажимом "крокодил", а затем через оптрон U1 на вход PD2 (вывод 6) микроконтроллера. Супрессор VD1 и резистор R1 защищают вход приёмника от случайной подачи высокого напряжения.

Двухцветный светодиод HL1 сигнализирует о наличии на входе приёмника импульсов передатчика. Зелёный цвет его свечения указывает на правильное соединение приёмника с передатчиком, при красном цвете нужно

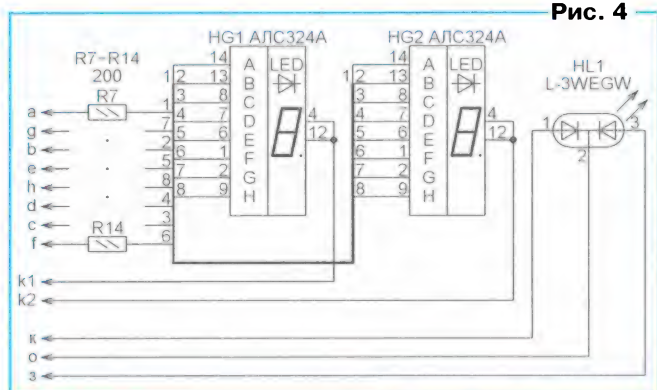


Рис. 4

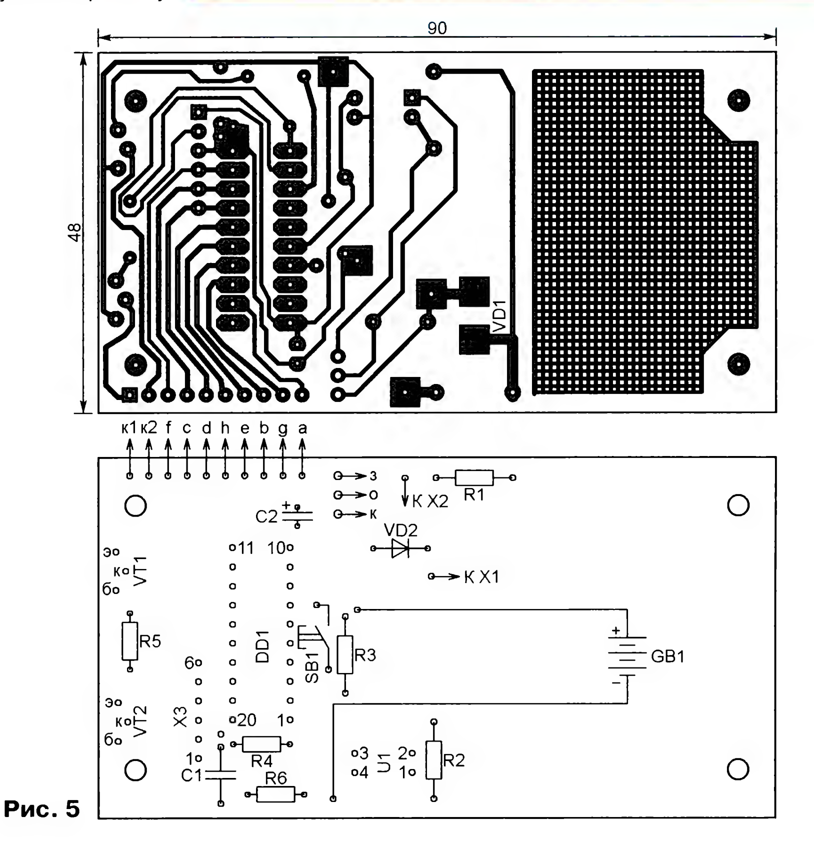
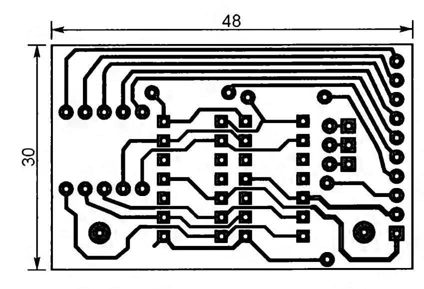


Рис. 5



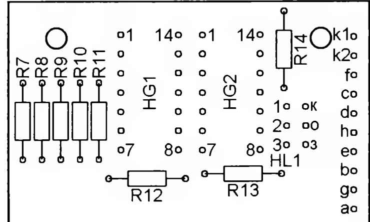


Рис. 6

поменять местами зажим X1 и щуп X2. Информация о номере провода отображается на семиэлементных светодиодных с общими катодами индикаторах HG1 и HG2. Транзисторы VT1 и VT2 переключают катоды индикаторов, обеспечивая динамическую индикацию.

Нажатием на кнопку SB1 микроконтроллер приёмника принудительно переводят из активного режима в энергосберегающий и обратно. Разъём X3 служит для подключения программатора.

Приёмник собран на двух печатных платах, чертежи которых изображены на **рис. 5** и **рис. 6**. Их содержимое соответствует схемам, показанным на рис. 3 и рис. 4. Платы установлены (**рис. 7**) в готовом корпусе G407, для крепления в них предусмотрены отверстия под саморезы диаметром 2,5...3 мм. Держатель батареи GB1, составленной из трёх гальванических элементов типоразмера AA, приклеен к корпусу термоклеем. Чтобы сделать это, на одной из половин корпуса срезаны два выступа для крепления плат. В этой же половине вырезано и закрыто красным светофильтром прямоугольное окно для индикаторов HG1 и HG2, а также просверлено отверстие под светодиод HL1.

Светодиод АЛ307 в передатчике может быть заменён любым другим подходящего цвета и яркости свечения. Вместо транзисторов КТ315Б подойдут любые кремниевые транзисторы структуры n-p-n с допустимым током коллектора не менее 100 мА. Прямой замены для индикаторов АЛС324А нет, но, переделав плату индикации, можно применить любые подобные индикаторы с общими катодами. Двухцветный светодиод L-3WEGW диаметром 3 мм можно заменить другим трёхвыводным с общим катодом. Супрессор SMAJ5.0CA можно заменить любым другим симметричным супрессором с напряжением пробоя 5 В.

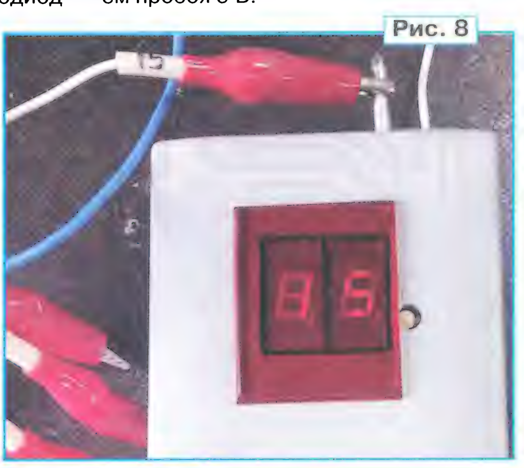


Рис. 8

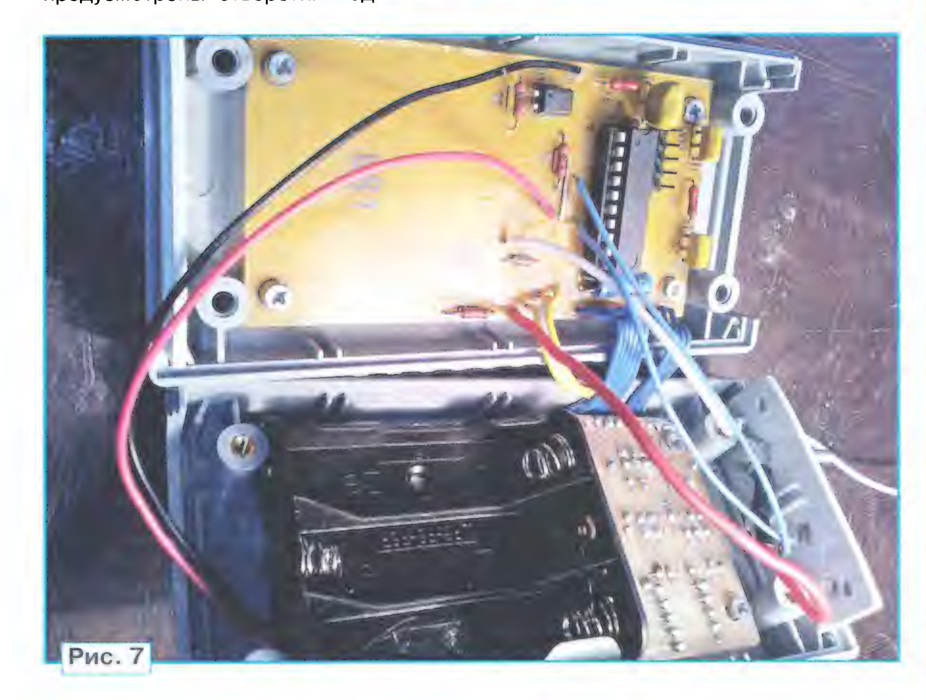


Рис. 7

Разряд	Сост.	Разряд	Сост.
CKSEL0	0	BODLEVEL0	1
CKSEL1	0	BODLEVEL1	1
CKSEL2	1	BODLEVEL2	1
CKSEL3	0	WDTON	1
SUT0	0	SPIEN	0
SUT1	1	EESAVE	1
CKOUT	1	DWEN	1
CKDIV8	1	SELFPRGEN	1
RSTDISBL	1		

0 — запрограммировано;
1 — не запрограммировано

Для выходов передатчика использовано 15 зажимов "крокодил" в защитных оболочках красного цвета, на которые краской нанесены номера проводов. Ещё два "крокодила" в оболочках чёрного цвета предназначены для нулевых проводов передатчика и приёмника.

Конфигурация обоих микроконтроллеров должна быть запрограммирована в соответствии с **таблицей**. Программы для них приложены к статье.

Налаживания приёмника и передатчика не потребуется. Необходимо лишь, прикасаясь щупом приёмника к зажимам "крокодил" передатчика при соединённых нулевых проводах (**рис. 8**), проверить соответствие цифр на индикаторе номерам на зажимах.

***От редакции**. По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/wiresrch.zip** имеются файлы печатных плат прибора в формате Sprint Layout 6.0 и программы его микроконтроллеров.*

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

СУРОВ В. Блок управления запуском двигателя. — Радио, 2012, № 8, с. 43—45.

На вопрос читателя отвечает автор.

Как изменить в прошивке управление кнопкой не "минусом", а "плюсом"?

Предлагаю решить вопрос установкой дополнительного маломощного биполярного транзистора VT5 структуры n-p-n серий КТ3102, 2N3904 и других подобных, подключив в цепь его

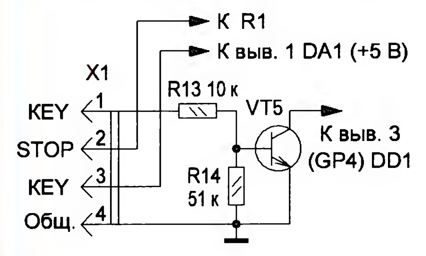


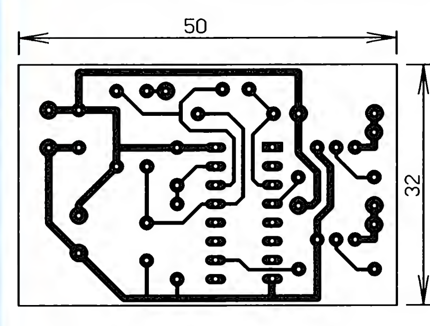
Рис. 1

базы два дополнительных резистора R13 и R14. Это будет лучший вариант для решения этой проблемы. Фрагмент схемы блока с предложенной доработкой показан на **рис. 1**.

МЕЛЬНИКОВ А. Ждущие генераторы импульсной последовательности, тактируемые мигающим светодиодом. — Радио, 2020, № 1, с. 16—18.

Печатная плата генератора (рис. 4).

Чертежи печатной платы генератора и расположения элементов, кроме реле K1, K2 и диодов VD3, VD4, приведены здесь на **рис. 2**. Плата рассчитана на



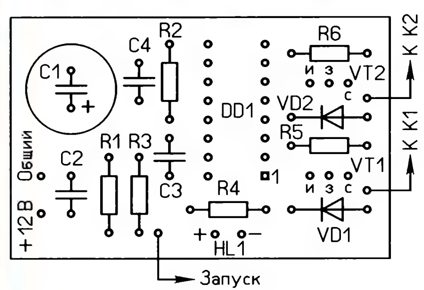


Рис. 2

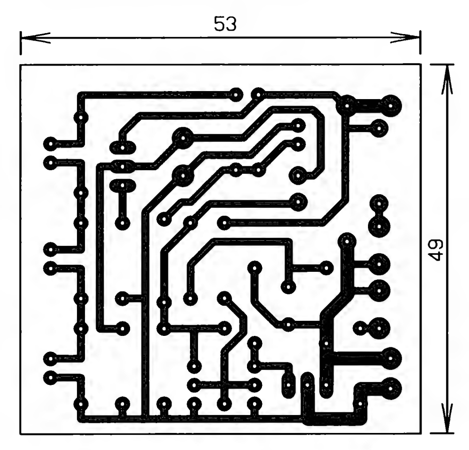
установку элементов для монтажа в отверстия. Конденсаторы: С1 — оксидный (например, К50-35), С2—С4 — керамические любого типа.

От редакции. Чертежи печатной платы в формате Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/gip4.zip*** *на нашем сервере.*

СЕРГЕЕВ А. Усовершенствование автомобильного регулятора напряжения. — Радио, 2020, № 4, с. 40—43.

Печатная плата (для схемы устройства на рис. 6).

Чертежи печатной платы регулятора напряжения и расположения элементов приведены здесь на **рис. 3**.



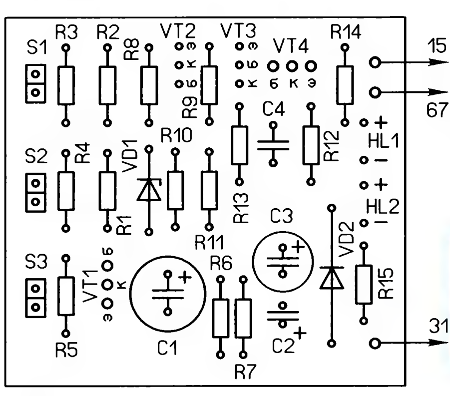


Рис. 3

Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия. Вместо поверхностно монтируемого диода S1M (VD2) предусмотрена установка выводного аналога — HER108 или UF4007. Оксидные конденсаторы С1—С3 — К50-35 или импортные. Конденсатор С4 — керамический К10-17б, КМ5, КМ6 или импортный. Съёмные перемычки S1—S3 — двухконтактные джамперы серии MJ. Для них на плате следует установить штыревые вилки PLS-2.

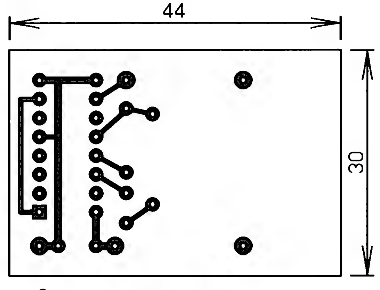
На плате можно смонтировать вариант регулятора, приведённый в статье на рис. 7. Конденсаторы С1, С2 (рис. 6) не устанавливают, а на место конденсатора С3 (рис. 6) следует установить С1, показанный на рис. 7.

От редакции. Чертежи печатной платы в формате Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/arn.zip*** *на нашем сервере.*

ГЛИБИН С. Генератор частотой 50 Гц с кварцевой стабилизацией. — Радио, 2020, № 4, с. 23.

Печатная плата.

Чертежи печатной платы генератора и расположения элементов приведены на **рис. 4**. Конденсаторы С1, С2 —



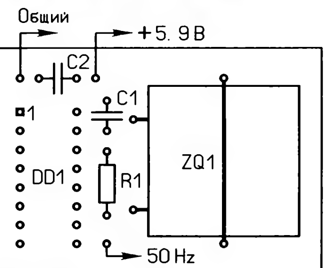


Рис. 4

керамические выводные любого типа. Кварцевый резонатор ZQ1 крепят к плате отрезком (хомутом) лужёного провода пайкой в отведённых под него двух контактных площадках.

От редакции. Чертежи печатной платы в формате Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/50Hz.zip*** *на нашем сервере.*

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ГЕРАСИМОВ Е. Задающий генератор регулятора частоты для трёхфазного асинхронного двигателя. — Радио, 2017, № 5, с. 32, 33.

На рис. 1 в статье по вине редакции неверно указан тип микросхемы DD2. Она должна быть типа КР1564ЛЕ4 или КР1554ЛЕ4. Последняя предпочтительнее, как имеющая повышенную нагрузочную способность. Вместо КР1564ЛЕ4 подойдут зарубежные аналоги из серии 74НС, а вместо КР1554ЛЕ4 — из серии 74АС.

"Старый Новый год 2020" — ИТОГИ

В этих соревнованиях, проводимых редакцией совместно с Союзом радиолюбителей России, обычно принимают участие наибольшее число спортсменов. Вот и в этом году в соревнованиях "Старый Новый год" принимали участие около 600 спортсменов. Приблизительно столько же участвовало и в прошлом году.

В группе участников "один оператор CW HIGH" лучшим, как и в прошлом году, стал Анатолий Медведев (UA4W) из г. Ижевска. Немного ему уступил Дамир Галиулин (RK9AX) из г. Еманжелинска Челябинской обл., занявший второе место. На третье место в этой группе вышел москвич Александр Гиманов (UA5C).

Ивица Новак (9A1AA) из г. Белишче, Хорватия, как в прошлом и в позапрошлом годах, показал лучший результат в группе "один оператор CW LOW". На второе место в этой группе вышел Олег Усов (R8CT) из г. Екатеринбурга, который провёл всего на четыре радиосвязи меньше. Третье место здесь занял Владимир Супрунов (UR7MZ) из г. Вахрушево Луганской обл., Украина. В предыдущие два года он был вторым в этой группе.

В группе "один оператор SSB HIGH" на первое место вышел Александр Чуркин (RM4HZ) из с. Новый Буян Самарской обл. В предыдущие два года он занимал в этой группе третье место. Павел Гогулин (R3RZ) из г. Уварово Тамбовской обл. занял второе место. На третьем месте в этой группе — Василий Наумов (R9HW) из с. Корнилово Томской обл.

Владимир Дубинский (UN6LN) из г. Рудного Костанайской обл., Казахстан, был лучшим в группе "один оператор SSB LOW". Виталий Потапов (RK3E) из г. Орла — на втором месте. Третьим в этой группе оказался Сергей Печников (RV7M) из г. Таганрога Ростовской обл.

Евгений Даниэльян (R2AA) из г. Воронежа, как и в прошлом году, уверенно вышел на первое место в самой серьёзной группе соревнующихся — "один оператор MIXED HIGH". На втором месте в этой группе, как и в предыдущие три года, — Виктор Кондратьев (UA6CC) из станицы Старовеличковская Краснодарского края, а на третьем — Павел Нетиков (RA6CA) из станицы Крыловской Краснодарского края.



Александр Чуркин (RM4HZ) — первое место в группе SINGLE-OP SSB HIGH.



Сергей Сергеев (R7MM) показал лучший результат в группе SINGLE-OP 50 LOW.

В группе "один оператор MIXED LOW" первое место занял Николай Орехов (RL4A) из с. Ольховка Волгоградской обл., который в прошлом году был в этой группе вторым. Второе место в этой группе занял Гедиминас Лучинскас (Gediminas Lucinskas, LY9A) из г. Биржай, Литва. На третье место



Команда UA4M, которая заняла первое место в группе MULTI-OP HIGH. Слева—направо: Андрей Маркелов (RL4R), Виталий Афанасьев (RN4WA), Михаил Мартынов (R4LR), Алексей Федотов (RU4LM).

SINGLE-OP CW HIGH

1	UA4W	573	59523
2	RK9AX	522	53828
3	UA5C	495	51570
4	LY6A	491	50771
5	R7AW	486	50573
6	UW1M	491	50468
7	RG9A	463	47693
8	EU8U	460	47514
9	UR7GO	453	47063
10	UN7LZ	445	46017

SINGLE-OP CW LOW

1	9A1AA	430	44635
2	R8CT	426	43899
3	UR7MZ	365	38352
4	RA3AN	365	37446
5	R3QA	344	35228
6	RX9AF	331	34247
7	UA3MIF	322	34003
8	UX3I	323	33022
9	RL6C	318	32701
10	RU7A	304	31379

SINGLE-OP SSB HIGH

1	RM4HZ	278	26135
2	R3RZ	266	25143
3	R9HW	250	23654
4	RC5Z	247	23382
5	RO4I	243	23089
6	UA9R	230	21229
7	RA9AAA	219	20450
8	RK6K	174	16518
9	RW3DU	167	15548
10	RK3T	163	15117

SINGLE-OP SSB LOW

1	UN6LN	229	21251
2	RK3E	198	18919
3	RV7M	199	18496
4	R3DCB	189	17873
5	UA4ATR	195	17793
6	UA3BL	186	17176
7	R9HAV	182	16792
8	RA3RPS	165	15656
9	R3OA	163	15589
10	RA9SK	168	15467

SINGLE-OP MIXED HIGH

1	R2AA	622	62980
2	UA6CC	604	59250
3	RA6CA	581	58298
4	UP0L	474	46802
5	OG7F	440	44705
6	RT4F	402	39796
7	R9AE	376	37776
8	RX3APM	364	37129
9	R3OM	356	35953
10	RL3DX	356	35817

SINGLE-OP MIXED LOW

1	RL4A	474	48627
2	LY9A	432	43844
3	RM2U	398	40707
4	EN5V	397	40655
5	RW4S	345	34470
6	RM2T	331	34371
7	RW4WA	293	30134
8	US1VM	272	27543
9	UA4FER	256	26068
10	RA3Y	259	25552

SINGLE-OP 50 HIGH

1	RT9S	460	46500
2	RA7A	396	38857
3	RC1W	370	37567
4	EW8OM	349	36420
5	EW8DX	356	36150
6	RJ3A	348	35238
7	R3YC	334	34534
8	R0AA	344	34418
9	UA3KW	306	31634
10	UA3TW	311	31433

SINGLE-OP 50 LOW

1	R7MM	388	39347
2	LZ5Y	362	37885
3	UA7KA	310	32091
4	R7MC	285	29249
5	LZ2WP	273	27654
6	RT4W	247	24387
7	R3VL	229	23418
8	YL2CV	186	19126
9	EW8G	186	19011
10	UX2MF	182	18212

MULTI-OP HIGH

1	UA4M	951	95068
2	RT5G	683	68298
3	RA9A	580	57753
4	RF9C	496	48871
5	EU1WW	477	47448
6	RN9T	436	43569
7	RC9J	415	41517
8	UA9CAW	351	34066
9	RK3SWS	298	29223
10	UA0CDX	226	22446

MULTI-OP LOW

1	RK4W	514	51784
2	RK4HYT	243	23475
3	R0AK	217	21963
4	UN8LWZ	214	19374
5	RD8U	174	16273
6	UW6M	157	15519
7	RM3X	138	13430
8	R9WXK	128	12229
9	UI9U	120	11595
10	R3MAI	110	11251

CHECKLOG

1	UA3GX	1	0
2	RW9MZ	24	0
3	UA4HY	12	0
4	RU7K	26	0
5	RV3DBK	33	0
6	RU3EJ	13	0
7	YO7CW	24	0
8	US3IZ	37	0
9	UC8U	40	0
10	UN2G	24	0

SWL

1	EZ8-02	212	21668
2	RJ3ZC	163	16337
3	RZ5Z	99	9462
4	RM3ZF	61	5741
5	R3Z-097	31	2950
6	LZ1-H-192	23	2152

вышел Михаил Алексеев (RM2U) из дер. Песочнево Ивановской обл.

В ветеранской группе "50 и более HIGH" вновь, как и в предыдущие три года, победил Юрий Котельников (RT9S) из п. Энергетик Оренбургской обл. На второе место вышел Иван Налбандян (RA7A) из г. Белореченска Краснодарского края. Третье место занял Аркадий Саулич (RC1W) из г. Остров Псковской обл.

А в группе "50 и более LOW" победу, как и в прошлом году, одержал Сергей Сергеев (R7MM) из г. Таганрога Ростовской обл. Второе место здесь занял Атанас Колев (LZ5Y) из болгарского г. Казанлык. На третьем месте — Виктор Собко (UA7KA) из г. Керчь, Республика Крым.

В группе "несколько операторов HIGH" первое место, как и в предыдущие три года, заняла команда UA4M из г. Димитровграда Ульяновской обл., в которой принимали участие Андрей Маркелов (RL4R), Владимир Рябов (RA4LW), Алексей Федотов (RU4LM), Михаил Мартынов (R4LR), Александр Клюкин (RU4HP) и Виталий Афанасьев (RN4WA). На второе место вышла команда RT5G из с. Косыревка Липецкой обл. в составе Дмитрия Коленчука (R3GM), Вадима Крыжановского (RN3GQ) и Анастасии Ушаковой (R5GR). На третьем месте в этой группе — команда RA9A из г. Челябинска, в которой выступали Руслан Веричев (RK9A), Александр Коннов (RL9A) и Олег Черников (UC9A).

Как и в предыдущие четыре года, первое место в группе "несколько операторов LOW" заняла команда RK4W из г. Ижевска. В неё входили Алексей Шмыков (UA4WI), Олег Шарапов (RM4W), Алексей Галичанин (UA4WAU) и Вадим Травин (RX4W). На втором месте — команда RK4HYT из г. Кинель-Черкассы Самарской обл., в которой участвовали Сергей Бахаев (RA4HBS), Кирилл Соляников и Андрей Батунин. А на третьем — команда коллективной радиостанции R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края. В этих соревнованиях в составе команды принимали участие Николай Непомнящий (RY0A), Григорий Аникин (R0AI) и Сергей Зуевич (RA0AY).

В этом году лучшим среди наблюдателей, как и в прошлогодних соревнованиях, оказался Виталий Козин (EZ8-02) из г. Ашхабада, Туркменистан. На втором месте — Артём Чикин (RJ3ZC) из г. Губкина Белгородской обл., на третьем — Андрей Мильшин (RZ5Z) из г. Старый Оскол Белгородской обл.

Спортсмены, занявшие вторые и третьи места в группах, будут отмечены контест-дипломами редакции журнала "Радио", а победители (первые места по группам) получат памятные медали (радиостанции с одним оператором) или плакетки (радиостанции с несколькими операторами). Результаты, показанные лидерами в этих соревнованиях, приведены в **таблице**: место, позывной, число связей, итоговый результат. Эти же данные для всех участников размещены по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/ony_2020_tab_site.pdf** на сайте журнала.

Отдали жизнь за Победу

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008) и по радиолюбительским журналам разных лет.

С началом Великой Отечественной войны тысячи коротковолновиков ушли на фронт, и многие из них стали военными радистами и связистами. Один из организаторов радиосвязи в военные годы генерал-майор войск связи в отставке В. Иванов позже писал: "Радиолюбители-коротковолновики в годы Великой Отечественной войны на фронте, как правило, были лучшими связистами. Их воинское мастерство, находчивость и смелость высоко ценились военным командованием. Когда на фронт прибывало новое пополнение связистов, мы прежде всего интересовались: есть ли среди них радиолюбители? Ведь именно радиолюбители быстро осваивали боевые радиостанции, им доверялось обеспечение самых ответственных связей и, надо сказать, что они оправдывали это доверие".

Вот мой короткий рассказ о коротковолновиках, не вернувшихся с войны, имена которых и подробности их фронтовых судеб за многие годы удалось установить "по крупицам".

U1AC — Борис Фёдорович Гук (Ленинград, ранее: RK-294, 88RA, eu3AO). В 1928 г. был участником



Борис Фёдорович Гук (eu3AO) в перерыве конференции с аппаратурой Памирской экспедиции, 1928 год.

Всесоюзной конференции коротковолновиков и членом жюри выставки её экспонатов. Он — один из старейших ленинградских коротковолновиков. В звании полковника находился в блокадном Ленинграде, где вёл большую работу по созданию аппаратуры связи для партизанских частей и фронтовых соединений (руководил работой небольшой группы специалистов — бывших коротковолновиков). Выполняя задание, вылетел с пилотом на самолете У-2, который где-то над Ладожским озером бесследно пропал...

U1CX — Г. А. Тилло (Ленинград, URS-1111, ранее: 07RW, в 1931—1933 гг. в г. Кологриве Нижегородской обл. eu2CX, позже в Ленинграде eu3BK). Победитель среди SWL Всесоюзного теста 1935 г. коротковолновиков на диапазоне 20 метров между коротковолновиками Арктики и Большой земли, известный радиоконструктор аппаратуры на УКВ.



Г. А. Тилло (U1CX), 1940 год.

U2AD — Николай Фёдорович Блошкин (Минск, Малявшинская, 11-2; ранее: eu9CJ). Работал в Радиоцентре НКВД, погиб под Минском в начале войны.

U2AJ — Николай Николаевич Горбунов (Минск). Воевал связистом. Погиб под Курском.

U2AX — Зиновий А. Махнач (Минск). Служил в армейской разведке. Пропал без вести.

U3QQ — Абрам Григорьевич Бассин (Воронеж, URS-836, ранее: eu2QU, старший брат "радиомамы" нескольких поколений львовских радиолюбителей Мариам Григорьевны — U5BB). В 1934—1936 гг. был радистом-полярником (UX3QQ). В 1935 г., работая радистом полярной станции (ПСТ) на мысе Лескин, стал победителем Всесоюзного теста коротковолновиков на диапазоне 20 метров между коротковолновиками Арктики и Большой земли, в 1936—1937 гг. был старшим радистом расположенной на Медвежьих островах ПСТ (находилась на одном из шести островов этой группы — о. Четырёхстолбовой). Осенью 1940 г. Абрам Григорьевич призывается по мобилизации в армию и, как военспец ("получил в петлицы четыре треугольника", что соответствовало послевоенному званию старшина), направляется служить в 292-й зенитный дивизион, дислоцировавшийся на западной границе страны (Львов—Дрогобыч—Теребовля), где его и настигает война. Тяжёлые бои, отступление... Последнее его письмо родителям было отправлено 24 июля 1941 г. из Дашева (в 50 км на восток от Винницы)...



Абрам Григорьевич Бассин (U3QQ), 1940 год.

U3VB — А. А. Самойлов (Горький, ранее: eu2HS). Погиб в самом начале войны под Оршей.



А. А. Самойлов (U3VB), 1936 год.

U5AO — В. В. Коваленко (Харьков, ранее: eu5EX). В 1933 г. опубликовал конструкцию виброплекса.

U5AT — _Г. В. Штангеев_ (Харьков, ранее: eu5GF).

U5AZ — _Николай Петрович Шепеляев_ (Сумы, ранее в Изюме: 39RW, eu5AY).



Николай Петрович Шепеляев (U5AZ), 1935 год.

ex: **eu2LG** — _Борис Симагин_ (Москва, RK-765, старший брат гроссмейстера по шахматам Владимира Симагина).

Борис Симагин (eu2LG), 1932 год.

Виктор В. Васильев (начальник коллективной радиостанции UK5RA Горсовета ОСОАВИХИМ г. Сталино, 2-я линия, 62, ранее: eu5KBJ).

Яков Васильевич Мукомль (Москва, ранее: 17RB, eu2CF). Бывший гене-



Виктор В. Васильев, 1940—1941 годы.

ральный секретарь ОДР СССР, ответственный редактор журнала "Радио Всем" и член редакции "Радиобиблиотечки". В 1922 г. — военком 1-го советского стрелкового полка, был награждён Орденом "Красное Знамя" РСФСР. В 1928 г. был участником Всесоюзной конференции коротковолновиков.

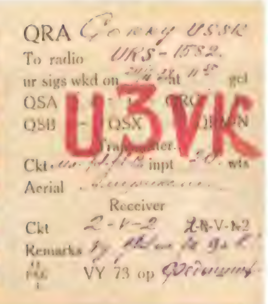
Были расстреляны фашистами во время оккупации Ростова **U6AE** — _Михаил В. Губанов_ (ранее: eu6AX) и



Геннадий Андреевич Федышин (U3VK).

QSL U3VK.







Орден "Красное Знамя" РСФСР.



U6AU — _А. И. Колбецкий_ (ранее: RK-364).

U2AQ — _Х. А. Цодыкман_ (Минск, ранее: eu9CO). Погиб в Минске во время бомбёжки.

Несколькими годами ранее, в 1940 г., на Карельском перешейке во время финской военной кампании погибли горьковские коротковолновики _Геннадий Андреевич Федышин_ (**U3VK/URS-1336**, в 1938—1939 гг. — начальник UK3VA) и командир взвода батальона связи 17-й стрелковой дивизии _А. М. Баранов_ (**U3VX**, ранее: 75RB, eu2CW, проживал по ул. Краснофлотской, 26-4).

ВЕЧНОГО ИМ ПОЛЁТА В ЭФИРЕ!

21 октября 1983 г. у меня дома собрались все мои лучшие друзья. Проводы в Антарктику. Володя Кондерандо (UQ2GC), Валера Синцов (YL3CW), Саша Уржумцев (RG5A), мой учитель и наставник Вячеслав Фёдорович Башкиров (UQ2MF), Николай Гилёв — оперный солист, который больше известен в Германии и Швеции. Он после первомайских демонстраций на Бастионной горке в Риге собирал массу народа. Сам играл на гитаре и пел. Голосище — дай Бог каждому. Если бы сам не видел, не поверил. Простой стакан под воздействием его голоса рассыпался на мелкие осколки. Были ребята и девчонки из моего цеха. В общем, наша двушка была набита полностью. Водки и закуски хватило всем, даже ещё осталось.

Здравствуй, Питер! Первым делом встретился с Валерой Колобовым (ex UA4NBF), моим другом и однокурсником по Рижскому лётно-техническому училищу гражданской авиации. В Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (ААНИИ) встретился со своим начальником радиостанции на "Беллинсгаузене" Борисом Петровичем, познакомились. Формировали груз на судно "Академик Фёдоров".

В конце октября из аэропорта Пулково на ТУ-154 берём курс на Владивосток (с дозаправкой в Томске, Иркутске и Хабаровске). Владивосток — очень интересный город, расположенный на сопках. Перед отходом "Байкала" у нас было три дня на знакомство с городом. Очень красивая набережная. В магазинах много рыбы. У нас в Риге тоже с рыбой всё нормально, но цены здесь в два-три раза ниже. Добрались до телевышки, бухта "Золотой Рог" — как на ладони. Много других замечательных мест.

Мы жили на теплоходе "Байкал" в четырёхместной каюте. За сутки до отхода нам объявили, что советские рубли надо сдать капитану. У каждого из нас было по 400—500 руб., в те времена — это большие деньги. Вопрос решился сразу. Дорога дальняя — четыре ящика водки, восемь ящиков пива и три мешка вяленой спинки минтая. Таможня, у причала стоят пограничники. В каюту входит женщина необъятных размеров. Увидела наш натюрморт, сразу же возникли вопросы. Оказывается, на одного человека положено две бутылки запечатанной водки. Больше трёх ящиков пришлось открывать и закупоривать бутылки газетой. Товарный вид испорчен. Но зато больше претензий не было.

Отходим под марш "Прощание славянки", погода просто великолепная. Держим курс на юг. Справа — Китай, слева — Япония. Я живу у моря, но Балтика по сравнению с Тихим океаном — просто болото. Через пару дней мы уже ходили в майках и шортах. Тихий океан действительно был тихим. Никаких штормов. Нам просто повезло.

От скуки пошёл к радистам в корабельную радиорубку, познакомился. Предложил свою помощь. Раньше на телетайпе никогда не работал. Стал учиться. Очень пригодилось, потому что на "Беллинсгаузене", в основном, был телетайп. Телеграф только для сбора

Моя почти кругосветка до Антарктиды

Александр БОРЗЕНКОВ (YL2AG), г. Рига, Латвия

В апрельском номере журнала была опубликована статья автора ("Станция "Беллинсгаузен", 29-я САЭ", с. 49—52), в которой он рассказывал о своей работе в 29-й советской антарктической экспедиции на станции "Беллинсгаузен". Сегодня мы публикуем его рассказ о путешествии в Антарктиду.

информации о погоде с рыболовецких судов, которые были в нашем районе.

На судне — около 300 полярников и 100 членов экипажа. Всем хотелось отсылать радиограммы. Радисты просто зашивались. Вот тут и моя помощь понадобилась.

На судне познакомился с Петром Ромовым (RX6AA) и Сашей Гончаровым (R3ZZ), почти всё время проводили вместе, родственные души. У каждого за плечами не один год работы в эфире. Пётр всё снимал на камеру. Сейчас он всю плёнку перевёл в цифру.

Через неделю, чуть больше, подходим вечером к Сингапуру. Очень сильный ливень, у нас в Латвии таких нет. Утром проснулись, абсолютное солнце и жара. Выдали нам по 126 сингапурских долларов, и мы отправились в город. Всюду небоскрёбы, старались идти в тени, очень жарко. Как там люди живут? Зашли в первый супермаркет. Цены на магнитолы от 180 сингапурских долларов и выше. Очень расстроились. Идём дальше. О чудо! На траверсе магазин радиотехники "ODESSA". В магазине одна продавщица лет за 70. Цены приемлемые, но четырёх долларов не хватает. Решили поторговаться по-английски. И тут на чисто русском: "Ребята, надо переходить на родной, я Соня из Одессы". У нас челюсти просто отпали. Разговорились. Её родители эмигрировали во время революции в Китай, потом в Сингапур. Она хозяйка магазина. Очень радушная женщина. Поговорить на русском для неё большое счастье. Кругом китайцы, в Сингапуре их 80 %. Купили четыре двухкассетника Sharp, и вдобавок тётя Соня напоила нас из холодильника Кока-Колой.

Попрощались с тётей Соней очень уважительно. Возвратились на судно очень довольные и, конечно, хорошо обмыли наши покупки. Кстати, мой Sharp до сих пор работает. Ребята спрашивали, где мы это купили? Везде всё дорого. Ну, я сделал тёте Соне рекламу. Потом у неё скупили почти весь товар. Нас возили на автобусах, делали обзорную экскурсию по городу. Были даже у памятника В. И. Ленину.

Через три дня под марш "Прощание славянки" покидали Сингапур. Проходим Малаккский пролив, справа — Малайзия, слева — Индонезия. Постоянно над нами летают американские разведывательные самолёты, сбрасывают радиобуи. Это для прослушивания моря — идёт под нами советская подводная лодка или нет. Выходим в Индийский океан, курс на остров Маврикий. Загораем, помогаю радистам, набиваю руку на телетайпе. При пересечении экватора останавливаемся. Традиция моряков. Праздник Нептуна. В океане растянули сетку, кто хотел, прыгал в океан, если нет, то в бассейн с морской водой. В общем, было очень весело.

Пошли на юго-запад. Рано утром подходим к Маврикию. Почти полный штиль. Ребята из команды сразу достали большой крюк с поплавком, нацепили кусок мяса и забросили в океан. Появилась акула, ходила несколько минут вокруг поплавка. Потом раз — и попалась на крюк. Ребята тащат её лебёдкой на корму. Двухметровая махина как начала носиться по палубе! Стояли бочки с мусором, так она их раскидала в один момент. Дальше я смотреть не стал, было её жалко. После завтрака взял у радистов удочку, они ещё посмеялись. Закинул, ждал поклёвки минут пятнадцать. Что-то зацепилось, начал тянуть. Вытаскиваю зелёного цвета морского червя длиной около полутора метра. Волосы на голове встали дыбом. Пришлось резать леску. Ребята стоят, ржут, как кони.

Стояли на рейде Порт-Луи. Пришли катера и переправили нас на берег. Небольшой городок, ничего особенного. Очень жарко, дошли до первого бара, холодное пиво остудило наши тела. Были экскурсии по острову. Возили к кратеру потухшего вулкана, на пляж возле фешенебельных гостиниц. Песок абсолютно белый. Надел маску и нырнул, куча кораллов и морских червей. Сорвал ветку коралла — и на берег, купаться сразу расхотелось. Свежий кокосовый сок не впечатлил.

Через три дня берём курс на Кейптаун мимо острова Мадагаскар. Особенно мне понравилась морская зыбь. Выйдешь на корму, сядешь на лавочку — и как на качелях, девять метров вверх, девять метров вниз. Красота...

Прошла неделя, и мы у причала Кейптауна для пополнения воды и продовольствия. Главная достопримечательность города — Столовая гора. Три дня мы только ей восхищались, потому что на берег нас не пускали. Дальше нас ждал Атлантический океан и Аргентина.

Через десять-двенадцать дней подходим к Буэнос-Айресу. Залив Ла-Плата без лоцмана не пройти. Дело в том, что он очень мелкий. Вода цвета Балтийского моря и очень узкий фарватер. Так и шли средним ходом около ста миль. Подошли к причалу после обеда. Там целая демонстрация из граждан Аргентины русского происхождения. Они улыбались, плакали, куча цветов. Не каждый день заходит русское судно в порт. Приглашали домой в гости, но тогда был СССР, и нам это запрещалось. Прежде чем выйти на берег, у нас сняли отпечатки пальцев, кстати, это единственные мои отпечатки во всём мире, и ещё выдали пропуска в город. Про военных я уже писал.

На следующий день около одиннадцати дня вышли в город. Возле порта находился рынок. Решили пройти через него. Столько овощей и фруктов я не видел никогда. Нас привлекло аргентинское вино. Пятилитровые бутыли в плетёных корзинах стоили около одного доллара. Нас было пятеро, вот и взяли пять бутылей разного вина на пробу. Не хотелось с ними ходить по городу, вернулись на судно. И к обеду успеваем. Сняли пробу с каждой бутыли по стаканчику. В Риге такого вина не было. Единственно, с чем можно сравнить, крымские массандровские вина — они лучше. После обеда пошли в город. Там есть пешеходная улица, около одного километра. Это старый город. Народ очень приветливый, все улыбаются. Много всяких магазинов, ресторанов, кафе и кинотеатров. Зашли в кинотеатр, решили посмотреть кино, а попали в стриптиз. Девчонки танцуют на сцене, полностью раздеваются. Для нас, советских граждан, просто шок. На второй день опять в город. Наши ребята, лётчики с "Молодёжной", стоят возле аптеки и нас зовут зайти. Берут десять бутылок спирта "Синий крест". Продавщица большими глазами смотрит на них. Позвала хозяина, он ей говорит: "Это русские, они будут его пить". Смех стоял на всю аптеку. В Аргентине пьют только вино. Мы тоже затарились. Отходим, курс на юг.

Проходим ревущие сороковые. Объявление по кораблю — на внешнюю палубу не выходить, иначе в лучшем случае будешь весь мокрый или вообще смоет за борт. Возле Южно-Оркнейских островов связались с "Академиком Фёдоровым", он уже шёл обратно с "Беллинсгаузена". Остановились метрах в трёхстах друг от друга. К нам идёт бот, три человека. Капитан, боцман на руле и третий, конечно, Сергей (4R1GDW). Он поднялся по трапу, тут же братские объятия. Затянул в свою каюту, познакомил с ребятами. Он шёл на станцию "Дружная", где начинался сезон. Встреча была недолгой, но плодотворной. Дали прощальные гудки, и уже через несколько дней "Беллинсгаузен" встречал нас.

*Автор и редакция благодарят **Петра Ромова** за предоставленные фотографии (см. **3-ю с. обложки**).*

Вертикальная антенна "Ундина" с переключаемой диаграммой направленности

Геннадий УНДЫШЕВ (RN3KV), с. Терновка Воронежской обл.

Как известно, вертикальная антенна с одним горизонтальным противовесом имеет некоторое усиление в его сторону. Я добавил к ней ещё один противовес, натянутый в противоположную сторону. Получилась простая двухэлементная антенна с усилением 3...4 дБ в сторону короткого противовеса и подавлением излучения в сторону длинного противовеса до 15...20 дБ. Параметры сильно зависят от высоты противовесов над землёй. Для диапазона 14 МГц оптимальная высота — около 1 м. При меньшей высоте падает усиление, а при большей растёт излучение в сторону длинного противовеса.

Для упрощения можно сделать противовесы одинаковой длины. К вертикальному проводу антенны подключают центральную жилу коаксиального кабеля, а его оплётку — к началу одного из противовесов. Начало второго противовеса соединяют с оплёткой кабеля через укорачивающий конденсатор. Перенося точку подключения оплётки с одного противовеса на другой (например, с помощью реле), можно поворачивать диаграммы направленности антенны на 180 градусов.

Добавив ещё пару противовесов, расположенную перпендикулярно первой, можно получить антенну, эскизно изображённую на **рис. 1**. В зависимости от схемы питания противовесов её диаграмма направленности в горизонтальной плоскости может занимать четыре положения (через каждые 90 градусов). Схема коммутации противовесов с одним конденсатором и двумя реле с двумя группами контактов на переключение каждое показана на **рис. 2**. Для удобства настройки антенны в полевых условиях конденсатор C1 может быть переменной ёмкости.

Рис. 1

Частота, МГц	H, м	L, м	h, м	C1, C2, пФ	G ($G_f - G_b$), дБ
3,65	20,5	20,5	2,5	1680	4,2 (15,8)
7,15	10,47	10,47	1,25	825	4,3 (18)
10,12	7,6	7,63	1,1	265	3,6 (11)
14,15	5,5	5,5	0,6	170	4,6 (12)
18,12	4,33	4,35	0,6	99	4 (15)
21,2	3,7	3,7	0,6	82	3,6 (14)
28,5	2,75	3,75	0,3	72,5	4,6 (18)
28,5	2,75	2,75	0,3	96	4,6 (17)

На **рис. 3** приведены эквивалентные схемы соединений противовесов и конденсатора согласно рис. 2 при различных состояниях реле К1 и К2. Точками показаны места присоединения оплётки кабеля, а стрелками — направления максимального излучения. Обратите внимание, что максимум излучения всегда находится между соединёнными вместе противовесами.

Ещё одна схема коммутации противовесов показана на **рис. 4**. Её свойства такие же, как у изображённой на рис. 2, но здесь два конденсатора, а у обоих реле лишь по одной группе контактов.

В **таблице** приведены размеры L и H антенны, высота подвеса над землёй противовесов, а для схемы на рис. 4 — ёмкость конденсаторов C1 и C2 для различных любительских диапазонов. В ней же указаны расчётные значения коэффициентов усиления вперёд и разности коэффициентов усиления вперёд и назад.

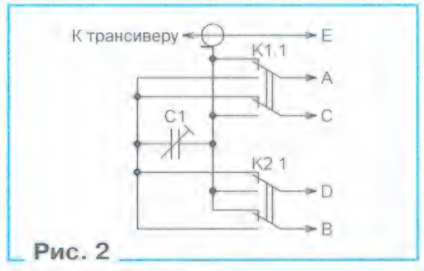


Рис. 2



Рис. 3

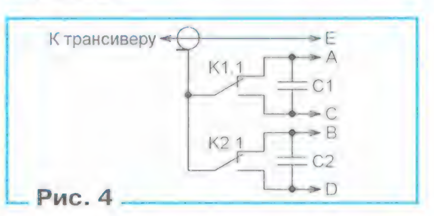


Рис. 4

При мощности передатчика до 100 Вт антенну можно изготовить из провода сечением по меди 1...2 мм^2, применить конденсаторы КСО на 250...500 В и реле РЭС9 (в схеме рис. 2) или РЭС10 (в схеме рис. 4).

Настраивая антенну, подбирают прежде всего ёмкость конденсаторов по минимуму излучения назад. Затем, изменяя длину вертикальной части, добиваются минимума КСВ. Чтобы получить наилучшие результаты, эти операции придётся повторить по несколько раз для каждого направления излучения.

От редакции. *По адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/und.zip*** *имеются модели описанных антенн для программы MMANA.*

Зарядные устройства для Ni-Cd и Ni-Mh аккумуляторов на основе преобразователя напряжения

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автор предлагает варианты зарядных устройств для одного и для двух Ni-Cd и Ni-Mh аккумуляторов на основе преобразователей напряжения от вышедших из строя или устаревших приводов жёстких и компакт-дисков.

Зарядка Ni-Cd и Ni-Mh аккумуляторов всегда остаётся актуальной задачей. Несмотря на многочисленные зарядные устройства (ЗУ) промышленного изготовления, радиолюбители часто изготавливают их самостоятельно. Поскольку в настоящее время широко распространены как сетевые (ЗУ сотовых телефонов), так и автономные (например, аккумуляторные Power bank) источники питания напряжением 5 В, снабжённые USB-разъёмами, целесообразно делать ЗУ с питанием именно от них. Причём для зарядки одного или двух аккумуляторов лучше применить импульсный понижающий преобразователь напряжения. Конечно, можно обойтись и без него, сделав ЗУ с линейным стабилизатором, но тогда его КПД будет невысоким. При использовании сетевого блока питания это может быть и несущественно, но при зарядке от автономного аккумулятора (Power bank) КПД имеет большое значение.

Приобретать микросхемы импульсных преобразователей напряжения может и не потребуется. Следует обратить внимание на платы управления от устаревших или неисправных жёстких дисководов или CD-приводов. Там часто можно найти понижающие импульсные преобразователи напряжения, причём в полном комплекте: микросхема, дроссель, выпрямительный диод и конденсаторы фильтра, все они, как правило, для поверхностного монтажа.

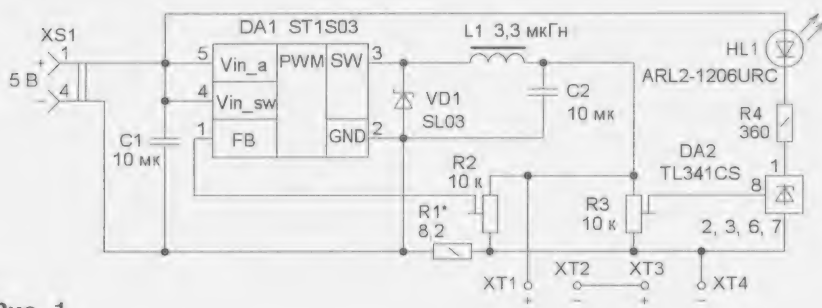


Рис. 1

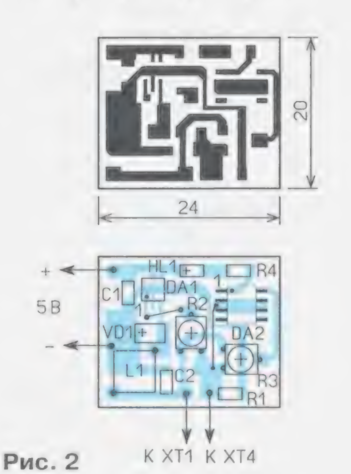


Рис. 2

На одной из плат оказались два импульсных преобразователя 5/3,3 В на микросхеме ST1S03, поэтому все их элементы и были использованы для изготовления двух ЗУ. Особенность преобразователя напряжения на этой микросхеме — работа на частоте около 1,5 МГц, поэтому габаритные размеры накопительного дросселя невелики, а в качестве сглаживающих применены керамические конденсаторы. Максимальное входное напряжение этой микросхемы — 16 В, максимальный ток нагрузки — 1,5 А, чего более чем достаточно для ЗУ, минимальное выходное напряжение — около 0,8 В, поэтому на ней можно сделать ЗУ для одного и более Ni-Cd и Ni-Mh аккумуляторов. Ещё одна особенность этой микросхемы — корпус DFN6D размерами 3×3 мм, у которого нет выводов, а есть контактные площадки на торце корпуса. Но это не вызывает существенных неудобств при монтаже микросхемы на плату.

Схема ЗУ для двух Ni-Cd или Ni-Mh аккумуляторов показана на **рис. 1**. На микросхеме DA1 собран импульсный понижающий преобразователь напряжения, на микросхеме DA2 — индикатор окончания зарядки. Она осуществляется в соответствии с законом Вудбриджа, т. е. вначале ток максимальный, а по мере зарядки аккумуляторов он уменьшается. Происходит это так.

На резисторе R1 и параллельно соединённых резисторах R2 и R3 микросхема поддерживает постоянное напряжение 2,8 В. Без аккумуляторов выходной ток мал, поэтому практически всё это напряжение падает на резисторах R2 и R3. При подключении разряженных аккумуляторов к контактам XT1—XT4 (кассета для двух элементов типоразмера АА или ААА) напряжение на резисторах R2 и R3 уменьшается, но появляется ток зарядки, который протекает через аккумуляторы и резистор R1. В результате напряжение на выходе преобразователя не изменяется, а перераспределяется между резисторами R1 и R2 (R3). Ток зарядки при этом равен $I_{зар} = (2{,}8 - U_{акк})/R1$, где $U_{акк}$ — напряжение на аккумуляторах. По мере их зарядки напряжение на них и резисторах R2, R3 увеличивается, а на резисторе R1 уменьшается, т. е. уменьшается ток зарядки. Поэтому он будет максимальным в начале зарядки и постепенно уменьшится к её концу, а перезарядки аккумуляторов не произойдёт.

Для индикации окончания зарядки применена микросхема DA2, которая представляет собой параллельный стабилизатор напряжения, обладающий пороговыми свойствами. Эта микросхема контролирует напряжение на движке резистора R3. При отсутствии аккумуляторов или в случае их полной зарядки напряжение на входе микросхемы DA2 (вывод 8) превышает пороговое (2,5 В), через неё протекает ток, и светодиод HL1 красного свечения включён.

Поскольку все элементы преобразователя предназначены для поверхностного монтажа, остальные детали — такие же. Чертёж печатной платы показан на **рис. 2**. Изготовлена она из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. В ЗУ применены постоянные резисторы типоразмеров 1206, 0805, подстроечные — 3314 фирмы Bourns или PVM4A, RVG4M, конденсаторы — керамические типоразмера 1206. Разъём XS1 — USB-розетка с отрезком кабеля от компьютерной мыши или другого ненужного устройства с таким кабелем. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Рис. 3

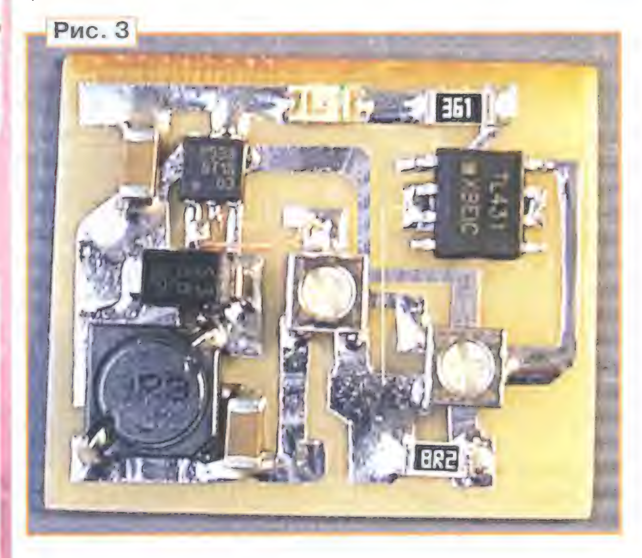
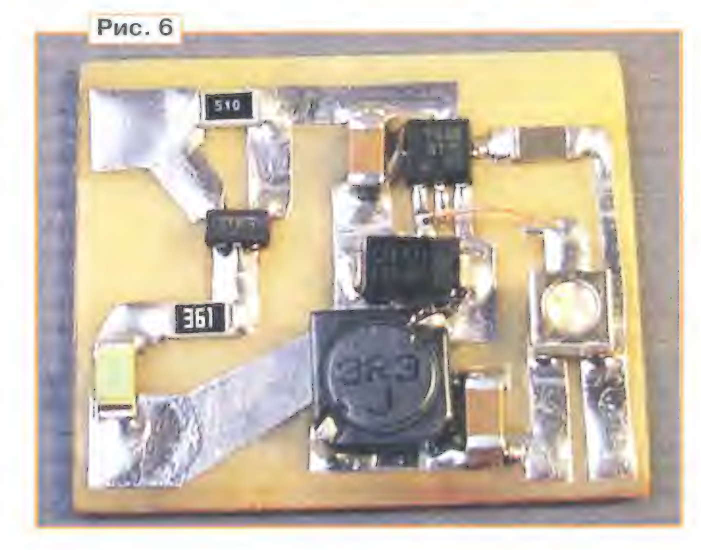


Рис. 6



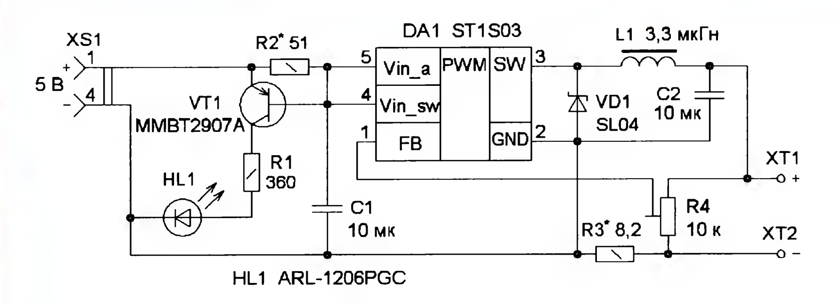


Рис. 4

Налаживание сводится к установке резистором R2 выходного напряжения преобразователя, до которого требуется зарядить аккумуляторы. Резистором R3 устанавливают напряжения срабатывания индикатора окончания зарядки. Начальный (максимальный) ток зарядки устанавливают подборкой резистора R1.

Схема ЗУ для одного аккумулятора показана на **рис. 4**. Принцип его работы в основном аналогичен предыдущему, за исключением индикатора зарядки, который собран на транзисторе VT1, светодиоде HL1 и резисторах R1 и R2. Работает индикатор зарядки так. В начале зарядки большой ток протекает через резистор R2 и эмиттерный переход транзистора. В результате транзистор открыт и светодиод зелёного свечения включён, сигнализируя о том, что идёт зарядка. По мере зарядки ток, потребляемый преобразователем, уменьшается, и в её конце напряжения на резисторе R2 станет недостаточно для поддержания транзистора в открытом состоянии. Поэтому светодиод плавно погаснет.

Резистором R3 ток зарядки аккумулятора в этом зарядном устройстве ограничен на уровне приблизительно 100 мА. Резистором R2 устанавливают

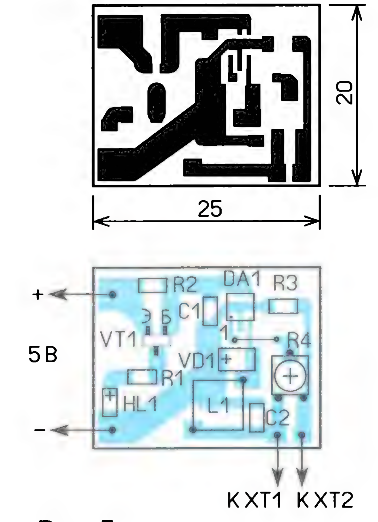


Рис. 5



Рис. 7

минимальный зарядный ток, при котором прекращается индикация — светодиод гаснет. Если максимальный ток зарядки установлен больше 150 мА, вместо указанного на схеме лучше применить транзистор с большим допустимым током базы, например, серии КТ814 или КТ816.

Чертёж печатной платы для второго варианта ЗУ показан на **рис. 5**. Применены аналогичные элементы. Налаживание сводится к установке резистором R4 выходного напряжения преобразователя, до которого требуется зарядить аккумуляторы. Подборкой резистора R3 устанавливают начальный (максимальный) ток зарядки, а подборкой резистора R2 — минимальный ток зарядки, при котором выключается индикаторный светодиод. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 6**.

Конструкция ЗУ может быть различной в зависимости от имеющегося корпуса. В авторском варианте для этого был использован корпус от точилки для карандаша (**рис. 7**). Из неё удаляют лезвие с держателем. Корпус вместе с кассетой для двух (или одного) элементов типоразмера АА (или ААА) приклеен к пластмассовому основанию. На кассете, в свою очередь, с помощью термоклея закреплён USB-кабель (**рис. 8**).

Рис. 8

В зарядном устройстве можно применить и другие микросхемы импульсных понижающих преобразователей напряжения, но это потребует изменений схемы и платы.

Доработка музыкальной клавиатуры на перчатках

П. ЛИСЮТИН, г. Москва

За прошедшее с момента публикации статьи [1] о музыкальной клавиатуре на основе перчаток время изделие было доработано — расширен диапазон звучания и применён иной способ изготовления контактных колец.

В статьях [2—4] была представлена доработка электромузыкального инструмента (электроакустического органа) способом поэтапного увеличения диапазона звучания (клавиш). Статьи с выбранным автором способом модернизации электронного музыкального инструмента навели меня на мысль о возможности добавления октав и в мои музыкальные перчатки.

В прежней конструкции для игры мелодии "Коробейники" (диапазон — 17 полутонов) требовалось изменение базового полутонового строя перчаток (14 полутонов) программным изменением частоты звучания нескольких контактов. Для этого приходилось отрываться от музицирования, вспоминать о существовании обычной клавиатуры и менять настройки клавиатуры перчаток (строя) в меню используемой программы Everyone Piano 2.3.4.14, которую можно скачать на сайте разработчика по ссылке <**https://www.everyonepiano.com/Software/down/1/1**>. В новой конструкции перчаток после загрузки файла трёхоктавной настройки перчаток **Gloves.kmf** диапазон звучания составляет уже 38 полутонов.



Рис. 1

Известно, что в миди-клавиатурах с малым (по сравнению с 88 клавишным пианино) числом октав частотный диапазон увеличивается функциональными кнопками "на октаву вверх" и на "октаву вниз". В используемой программе EveryonePiano для этой цели служат клавиши F5 и F6. Их я разместил на перчатках в виде контактных колец. Два "звучащих" кольца на средних фалангах указательных пальцев были сделаны как функциональные, а два новых функциональных кольца были добавлены на нижние фаланги больших пальцев. Соответственно, для звукоизвлечения с перчаток ноты выбирают соприкосновением

колец верхних фаланг больших пальцев с другими пальцами рук, а сдвиг октав происходит касанием соответствующих нижних колец больших пальцев с нижними кольцами указательных, как показано на **рис. 1**.

При быстром и уверенном соприкосновении контактов колец октавы переключаются чётко, паразитное (повторное) замыкание (дребезг) контактов в виде сдвига более чем на одну октаву за одно касание не возникает.

Номер контакта платы	Номер контакт разъёма	Рука	Палец	Фаланга
21	23	Левая	5	Верхняя
20	10		5	Средняя
22	11		4	Верхняя
10	6		4	Средняя
24	12		3	Верхняя
25	13		3	Средняя
23	25		2	Верхняя
19	22		2	Средняя
7	4		1	Верхняя
8	14		1	Нижняя
8	14	Правая	1	Нижняя
6	17		1	Верхняя
23	25		2	Верхняя
18	1		2	Средняя
24	12		3	Верхняя
25	13		3	Средняя
22	11		4	Верхняя
19	22		4	Средняя
21	23		5	Верхняя
20	10		5	Средняя

Во время музыкальной игры при сгибе пальцев натягиваются жгуты из монтажных проводов МГТФ-0,12, поэтому для увеличения долговечности мест паек проводов с контактными кольцами перчаток необходимо предварительно обвязать каждое кольцо однойдвумя петлями из проводов, как видно на указательном пальце на рис. 1. На этапе монтажа верхних колец (фаланг) лучше сразу продеть провода сквозь средние кольца для уменьшения петель. Новый вариант распайки платы клавиатуры с контактами на пальцах перчаток представлен в **таблице**.

В качестве материала для изготовления металлических колец первого экземпляра изделия были опробованы имеющиеся в наличии или свободно продающиеся материалы. Первый — алюминиевая клейкая лента Unibob (40 мм × 50 м). Она обеспечивает быстроту монтажа — провод приклеивают внахлёст липким слоем ленты, но при этом оказывается невозможным применение пайки и получается непрочное и ненадёжное соединение. Второй материал — плетёная медная лента (плетёнка) Rexant 09-3004 (3 мм × 1,5 м) для удаления припоя. При удобстве монтажа ширина ленты слишком мала по отношению к габаритам подушек пальцев, кроме того, на пару перчаток потребуется 2—3 катушки, а стоимость её превышает 100 руб. за штуку. Третий материал — неизолированный гибкий провод из медной проволоки ПЩ 6,0 (ТУ 16-705.467-87), предназначенный для щёток электрических машин. Этот провод свит из 38 отдельных медных жил диаметром 0,13 мм. Он имеет невысокую стоимость, но из-за соприкосновений колец отдельные проволочки могут обрываться, а кольца распушаться.



Рис. 2

Конструктивные требования к контактным кольцам перчаток обусловлены удобством их размещения на пальцах перчаток и должны обеспечивать мягкость, упругость и электропроводимость. Провод ПЩ 6,0 значительно дешевле, и его проще приобрести, но остаётся необходимость устранить основной недостаток конструкции кольца из него — истирание проволочек от частых соприкосновений колец.

Идея конструкции доработки контактных колец пришла в тот момент, когда я обратил внимание на конструкцию соединителя СКП-399 с проволочными контактами (производитель АО "Карачевский завод "Электродеталь"), в котором механическую упругость соединения обеспечивает небольшой комок тонкой медной проволоки, покрытый благородным металлом. Вместо колец из трёх скрученных витков, как сделано в [1], были изготовлены кольца в виде плотной, шириной 5 мм металлической ленты, сплетённой вручную из скрученных в медные канатики связок из 5...10 медных проволочек от провода ПЩ 6,0. По достижении нужной длины кольца медные канатики связывают, опаивают припоем, а лишние части убирают (**рис. 2**).



Рис. 3

Помимо устранения обнаруженных ранее недостатков колец из провода ПЩ, плетёные медные кольца упруго деформируются. При растяжении они, словно плотная резина, удлиняются на 10...15 % от исходной длины, а после снятия даже многократной нагрузки без наблюдаемой остаточной деформации возвращаются в исходное состояние. Ранее с боков колец были использованы уплотнительные изолирующие вставки из термоусаживаемых трубок. С новыми кольцами, плотно сидящими на пальцах, от изолирующих вставок можно отказаться, играя пальцами, чуть раздвинутыми друг от друга.

Для ручного изготовления одного медного кольца длиной 50...70 мм и шириной 5...6 мм (при их суммарной потребности в 18 шт для одной пары перчаток) необходимо около 20 мин. Расход провода ПЩ 6,0 на единицу длины кольца — троекратный. Плата клавиатуры размещена в пластмассовом корпусе Gainta G1017 размерами 72×44×27 мм.

Перчатки могут быть подключены к ноутбуку одновременно с обычной клавиатурой. При нажатии на клавиши NumLock, ScrollLock или CapsLock загораются сигнальные светодиоды. Это можно использовать для проверки работоспособности платы клавиатуры перчаток после её подключения к компьютеру, выполнив в корпусе устройства отверстия для светодиодов.

Для подключения к современным ноутбукам пары перчаток, изготовленных на плате клавиатуры с устаревшим разъёмом PS2, дополнительно потребуется компактный переходник PS2/USB (**рис. 3**), совместимость которого с ОС Windows 10×64 успешно проверена.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лисютин А.** Музыкальная клавиатура на перчатках. — Радио, 2019, № 7, с. 61, 62.
2. **Долганов С.** Ещё один регистр для электроакустического органа. — Радио, 2019, № 11, с. 26—28.
3. **Долганов С.** Третья октава для домашнего органа. — Радио, 2019, № 7, с. 45—47.
4. **Долганов С.** Домашний электроакустический орган. — Радио, 2018, № 10, с. 42—44.

От редакции. *Файл* ***Gloves.kmf*** *и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/dorab.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Ремонт весов "Мидл ПВ"

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Электронные напольные весы "Мидл ПВ" позволяют взвешивать грузы массой до 150 кг. Конструктивно весы представляют собой сваренную из стальных профильных труб платформу с тензодатчиком (размеры платформы 450×600 мм), на которой с помощью стойки укреплён электронный блок, внешний вид которого приведён на **рис. 1**. Весы достались автору в неисправном состоянии "на запчасти", а штатный внешний блок питания (зарядное устройство) отсутствовал. Пломбы на шурупах, скрепляющих половины корпуса, также отсутствовали, по всей видимости, весы пытались отремонтировать.

Так как принципиальную схему весов в Интернете найти не удалось, в их конструкции пришлось разбираться самостоятельно. Электронный блок весов собран на трёх платах, соединённых между собой с помощью разъёмов. На первой плате (назовём её основной) смонтирован микроконтроллер и большинство элементов, в том числе и цепи питания, на второй плате — светодиодный индикатор, светодиоды и элементы управления индикацией, третья плата — клавиатура.

По печатной плате была составлена схема цепей питания весов (**рис. 2**). Весы получают питание от свинцово-кислотной аккумуляторной батареи GB1 напряжением 6 В и ёмкостью 4,5 А·ч. Батарею заряжают от внешнего зарядного устройства, которое подключают к разъёму, установленному на задней стенке корпуса. Напряжение от зарядного устройства поступает на батарею через диод D3 (обозначения радиоэлементов и разъёмов приведены в соответствии с маркировкой на печатной плате, а вновь введённые элементы и их обозначения выделены красным цветом), служащий для защиты от подачи напряжения неправильной полярности. При замыкании контактов выключателя SW напряжение питания поступает на интегральные стабилизаторы LM1, LM2 (HT7550-1 с малым падением напряжения между входом и выходом, в корпусе TO-92) с выходным напряжением 5 В, а через диоды D1, D2, выполняющие роль стабисторов, — на разъём LED, служащий для подачи питания на плату индикации. Конденсаторы C6, C18 сглаживают пульсации питающего напряжения. Причём конденсатор C6 был установлен автором, так как на плате он отсутствовал, хотя посадочное место для него предусмотрено.

Аккумулятор весов полностью пришёл в негодность, поэтому был удалён, а на клеммы для подключения аккумулятора подано напряжение 6 В от лабораторного блока питания. Весы "ожили" и стали подавать звуковой сигнал при включении питания, а также при нажатии на кнопки клавиатуры, но индикация отсутствовала. Было измерено напряжение, подаваемое на плату индикации, оно оказалось менее 1 В при питающем напряжении 6 В. Причину снижения напряжения долго искать не пришлось, оказался неисправным диод D1, который был заменён аналогичным. В результате напряжение на разъёме LED увеличилось практически до 5 В, но индикация по-прежнему не работала. Немного поразмыслив, автор отключил восьмиконтактный разъём CN3, идущий к плате индикации и, развернув его на 180 градусов, подключил снова, в результате чего индикация заработала. По всей видимости, разъём был по ошибке подключён наоборот при неудачной попытке ремонта весов, что, в принципе, неудивительно, так как



Рис. 1

разъёмы на плате и их ответные части не имеют ключей и их можно соединить в любом положении.

Так как использовать весы с автономным питанием не предполагалось, на месте удалённого аккумулятора был смонтирован стабилизатор с выходным постоянным напряжением около 6 В, состоящий из микросхемы DA1 и сглаживающих конденсаторов C1, C2. Включённый в цепь вывода 2 микросхемы DA1 диод VD2 увеличивает выходное напряжение микросхемы, а диод

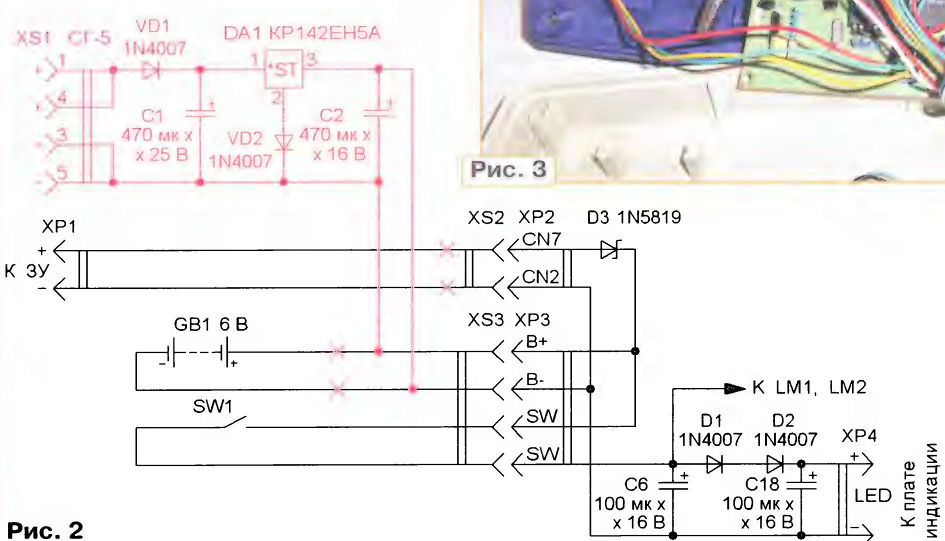


Рис. 2

VD1 защищает весы при подаче питающего напряжения в обратной полярности. Напряжение питания, которое подают на разъём XS1, может лежать в интервале 8...15 В, а если на месте DA1 использовать импортную микросхему 7805, верхняя граница питающего напряжения увеличится до 30 В (правда, при этом следует использовать конденсатор C1 с номинальным напряжением не менее 35 В). Ток, потребляемый весами от источника питания, при всех включённых элементах индикации — 190 мА, а ток в дежурном режиме (при отключённом выключателе SW) определяется собственным током потребления стабилизатора и составляет 2,3 мА.

Рис. 3

Так как ответную часть к штатному разъёму питания найти не удалось, он был удалён и в образовавшемся отверстии на пластине из полистирола смонтировано гнездо СГ-5, а сама пластина прижата к корпусу с помощью двух распорных лапок от электророзетки. На месте удалённого аккумулятора смонтирована алюминиевая пластина на которой закреплена микросхема DA1. Конденсаторы и диоды смонтированы на плате из текстолита и закреплены на ней с помощью клея "Момент" и изоляционной ленты. Вид на монтаж весов после доработки приведён на **рис. 3**.

Робозавр-2 на Arduino Pro mini

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Эта статья продолжает тему конструирования подвижных игрушек с использованием МК и описывает улучшенный вариант конструкции из моей статьи (**Мамичев Д.** "Робозавр на Arduino Uno" — Радио, 2018, № 4, с. 57, 58). Изменения в первую очередь коснулись внешнего вида изделия (**рис. 1**) благодаря использованию 3D-моделирования и уменьшению размеров "электронной начинки". На **рис. 2** показана схема робозавра. В ней заменена управляющая сервоприводами плата на Arduino Pro mini и источник питания (Li-Ion аккумулятор от сотового телефона). Несущественные изменения претерпел и скетч — увеличена до 8 с пауза до начала движения после включения питания, введено двухминутное ограничение движения игрушки до остановки. Для повтора цикла игрушку придётся выключить и включить или перезагрузить плату Arduino Pro mini. Элементы шасси робота разработаны с использованием ПО для 3D-моделирования и распечатаны на 3D-принтере.

Следует заметить, что целью моделирования элементов является не только наиболее полное их представление, проверка совместимости при компоновке, но и представление объекта в целом, существование которого планируется в ближайшем будущем. В качестве графического 3D-редактора был выбран OpenSCAD [1]. Это бесплатное приложение для создания твердотельных моделей, предназначенных для 3D-печати. Процесс создания объектов в данной программе заключается в написании специального скрипт-кода на языке программирования и последующего его компилирования для визуализации результата. Параметрическое моделирование в OpenSCAD позволяет легко редактировать объекты и иметь полный контроль

над их параметрами. Программа имеет встроенный инструмент экспорта 3D-модели в файл с расширением **.stl** для последующей 3D-печати.

В Интернете имеется ряд полезных ресурсов, позволяющих научиться самостоятельно моделировать все элементы конструкции робозавра за считанные часы [2—5]. Внешний вид рабочего окна программы OpenSCAD показан на **рис. 3**. Интерфейс состоит из нескольких ключевых областей. Это текстовый редактор 1, просмотр моделей 2 и консоль 3. Редактор предлагает основные функции редактирования, такие как поиск текста и замена, а также поддерживает подсветку синтаксиса. В окне просмотра можно с помощью мыши вращать и смещать модель, приближать и удалять, визуализируя её. Информация о состоянии, предупреждения и ошибки отображаются в окне консоли.



Рис. 1

OpenSCAD предоставляет два основных метода моделирования: во-первых, конструктивная блочная геометрия, а во-вторых, экструзия (выдавливание) двухмерных контуров. Комплектация элементов шасси представлена на **рис. 4**. При их создании в основном использовались функции фигур: параллелепипеда **cube([a, b,c], false)**; (с длинами сторон a,b,c в миллиметрах); цилиндра **cylinder(h=10, r=8, true, $fn=100)**; (высота — 10 мм, радиус основания — 8 мм). Также были задействованы функции их трансформации — перемещения, вращения, сложения, вычитания: **translate ([a,b,c]) {},rotate([a,b,c]) {},union(){}, difference(){}** соответственно. Для визуализации монтажа изделия удобно пользоваться модификаторами. Модификатор очень удобен при отладке моделей, когда не видно вычитаемых, пересекаемых фигур или если нужно заглянуть внутрь создаваемой модели.

"Решётка" в окне просмотра, как результат работы помеченного участка кода, отображает полупрозрачный красный объект, не меняя результат

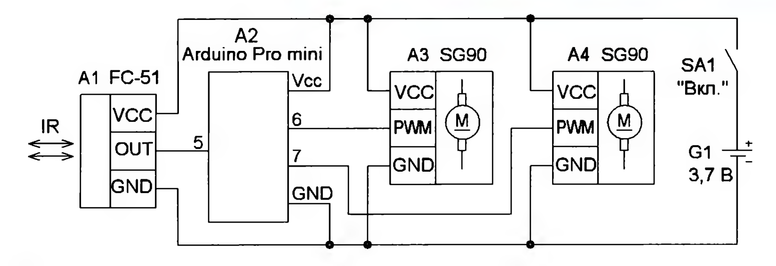


Рис. 2

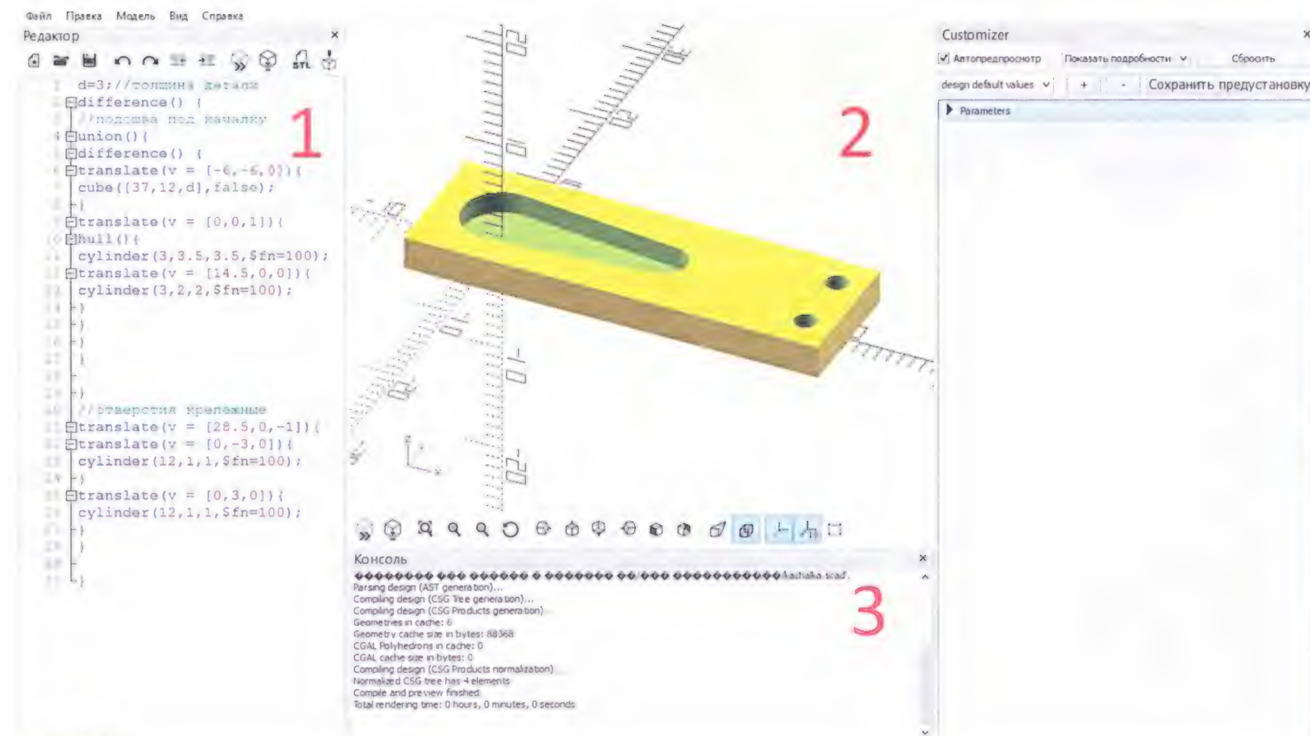


Рис. 3

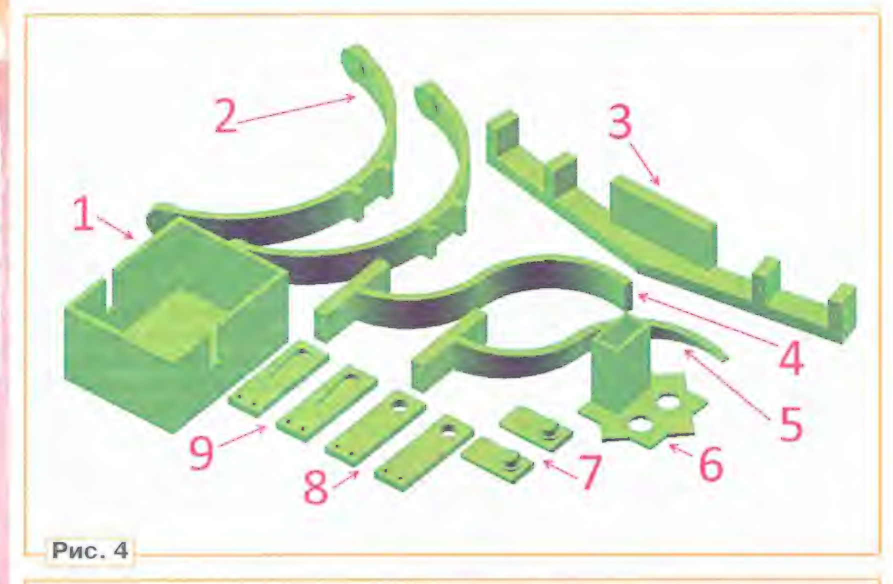


Рис. 4

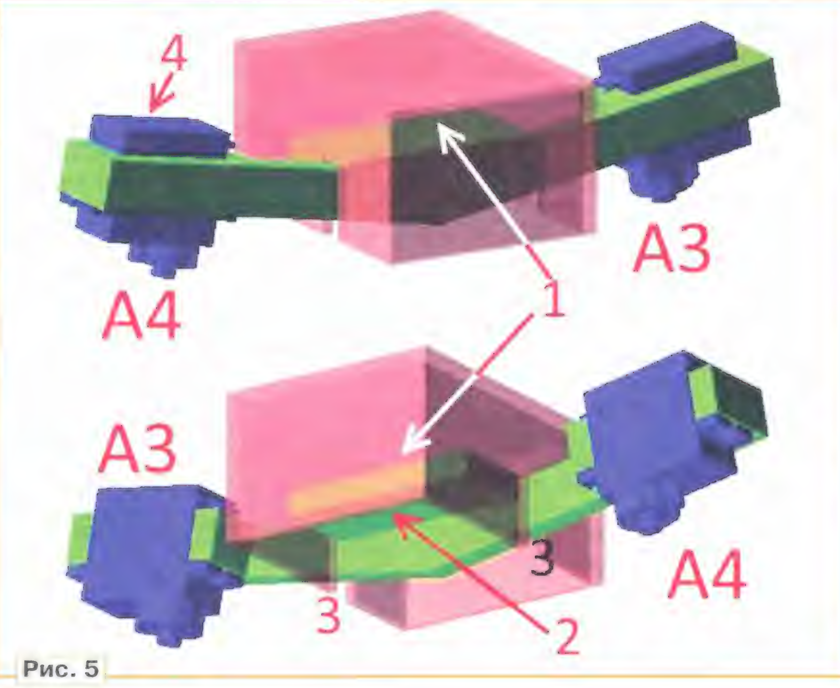


Рис. 5

работы самой программы. На **рис. 5** показана конструкция футляра-колпака робота, под которым расположены источник питания, выключатель и плата. OpenSCAD даёт возможность увидеть и оценить размеры пустот, пригодных для расположения элементов схемы. Это становится возможным благодаря функциям импорта и экспорта модели в файл с расширением **.stl**. Их совместное использование позволяет создавать различные комбинации элементов и их взаимоположений.

Собирать робота начинают с крепления сервоприводов A3 и A4 в соответствии с рис. 5 с помощью винтов-саморезов M2 длиной 8 мм к "хребту" (элемент 3 на рис. 4). Далее к поверхности 1 площадки с помощью двухстороннего скотча приклеивают аккумулятор, сверху располагают плату, снизу (поверхность 2) приклеивают выключатель. Тонкими проводами производят все нужные соединения, пропуская их через пазы 3 под колпак (элемент 1 на рис. 4). Затем к элементу 4 (см. рис. 4) приклеивают трёхвыводной разъём для соединения и крепления модуля A1. Предварительно модуль аккуратно вставляют внутрь элемента 6 (см. рис. 4). Подошвы сервоприводов 7 приклеивают к поверхностям 4 (см. рис. 5), предварительно обработав их до гладкого состояния наждачной бумагой. Затем с помощью саморезов соединяют между собой элементы 5, 8, 9 и 4, 8, 9 соответственно, заранее приклеив каждый экземпляр элемента 9 к качалке своего сервопривода (см. рис. 4). Качалку также заранее привинчивают к валу сервопривода. В завершение элемент 2 приклеивают снизу к элементу 9 соосно валу сервопривода.

В качестве примеров использования ПО даны файлы проектов модели элемента 8 (см. рис .4) и сборки в соответствии с рис. 5 (**uchko.scad;sborka_chrebet.scad**).

Программа позволяет также анимировать изображения моделей, делая их подвижными. Движения можно задавать с помощью оператора-переменной **$t**, выставляя его, например, перед аргументами в функциях трансформации — вращения или перемещения. Используется он как множитель, меняющий своё значение с течением времени. Простой пример реализации можно найти в [6]. Авторский вариант анимации находится в файле **sborka_vid.scad**.

Для придания выразительности игрушке к пластмассовым элементам можно добавить бумажные декорации волосяного покрова головы и туловища. Для этого используют отрезки цветной бумаги формата A4 в форме круга или кругового сектора (диаметр — 20 см и 7...8 см соответственно). Перпендикулярно линии границ бумаги делаются надрезы глубиной 2...4 см с шагом 2...4 мм. Образующиеся полоски с небольшим усилием протягивают между большим пальцем и стальным стержнем, например, отвёртки, получая желаемое "завихрение". Элементы крепят к пластику с помощью полосок двухсторонней клеящей ленты.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Programmers Solid 3D CAD Modeller. — URL: **https://www.openscad.org/downloads** (31.03.20).

2. OpenSCAD — введение. — URL: **http://www.lugrap.com/2013/11/openscad-beginning.html** (31.03.20).

3. OpenSCAD Урок 1. Обучение 3D моделированию. Изучаем основные функции (команды) языка. Разбираем пример модели. — URL: **http://www.nashkolxoz.ru/openscad-lesson1** (31.03.20).

4. OpenSCAD Урок 2. Учимся на простых примерах — функции minkowski, hull, projection. Модели плоских (2D) фигур. — URL: **http://www.nashkolxoz.ru/openscad-lesson2** (31.03.20).

5. Справочник (шпаргалка) по OpenSCAD. — URL: **http://s-engineer.ru/spravochnik-po-openscad/** (31.03.20).

6. Animating With OpenSCAD. — URL: **https://www.instructables.com/id/Animating-with-OpenSCAD/** (31.03.20).

__От редакции__. Скетч, файлы для проекта и видеоролики, иллюстрирующие работу устройства, находятся по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2020/06/robozavr.zip__ на нашем FTP-сервере.

Стенд для изучения работы логических элементов-2

М. ШУСТОВ, г. Томск

В статье приводится описание стенда для наглядного изучения начинающими радиолюбителями принципов работы логических элементов, имеющих не менее чем три входа. Работа логических устройств имитируется с помощью набора переключателей, светодиодов, диодов и резисторов.

Этот учебный стенд расширяет перечень имитаторов логических устройств, приведённых в статье автора (**Шустов М.** Стенд для изучения работы логических элементов. — Радио, 2020, № 4, с. 61—64) и позволяет наглядно проиллюстрировать работу более сложных логических элементов, таких как: НЕЧЁТНОСТЬ; ЧЁТНОСТЬ; 3 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ; 3 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ; 2 И ТОЛЬКО 2; 2 И ТОЛЬКО 2-НЕ; ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 2; ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 2-НЕ; МАЖОРИТАРНОСТЬ и МАЖОРИТАРНОСТЬ-НЕ, а также ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 3 и ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 3-НЕ.

Принцип работы имитаторов логических элементов подробно описан в упомянутой выше статье. Нажатие на кнопки переключателей имитирует подачу управляющих сигналов уровня лог. 1 или лог. 0 на входы имитатора логического элемента. В результате на выходе элемента появляется сигнал определенного уровня, индицируемый соответствующим светодио-

Таблица 1

Функция			M2	$\overline{M2}$	3XOR	3XNOR	=2	$\overline{=2}$	≥2	$\overline{\geq 2}$	≥M	$\overline{\geq M}$
УГО			M2	M2	=1	=1	=2	=2	≥2	≥2	≥M	≥M
Входы			Выход	Выход	Выход	Выход	Выход	Выход	Выход	Выход	Выход	Выход
X1	X2	X3										
0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0

Обозначения: M2 — НЕЧЕТНОСТЬ; $\overline{M2}$ — ЧЕТНОСТЬ;
3XOR — 3 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ; 3XNOR — 3 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ;
=2 — 2 И ТОЛЬКО 2; $\overline{=2}$ — 2 И ТОЛЬКО 2-НЕ;
≥2 — ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 2; $\overline{\geq 2}$ — ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 2-НЕ
≥M — МАЖОРИТАРНОСТЬ (M≥2); $\overline{\geq M}$ — МАЖОРИТАРНОСТЬ-НЕ (M≥2)

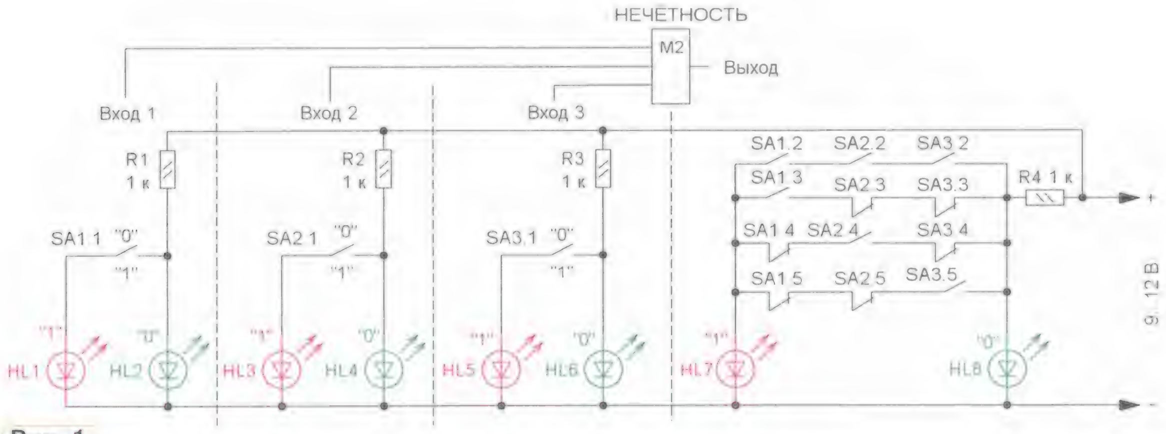


Рис. 1

дом. Уровню лог. 1 соответствует свечение светодиода красного свечения, уровню лог. 0 — светодиод зелёного свечения.

Индивидуальность свойств имитируемых логических элементов обусловлена спецификой подключения контактных групп переключателей, отвечающих за включение или отключение светодиодов разного цвета.

В **табл. 1** приведены условные графические обозначения (УГО) логических элементов и их таблицы истинности, характеризующие отклик логического элемента при подаче на его входы управляющих сигналов разного уровня.

Отметим, что приводимая таблица истинности пригодна и для описания работы логических элементов, имеющих два входа. Для этого достаточно удалить из таблицы колонку, отвечающую входу Х3, а также строки, отвечающие уровню лог. 1 на этом входе.

Электрические схемы имитаторов логических элементов представлены на **рис. 1**—**рис. 12**. Светодиоды красного свечения выделены на этих схемах красным, а зелёного свечения — зелёным. Далее приведены определения логических элементов, помогающие

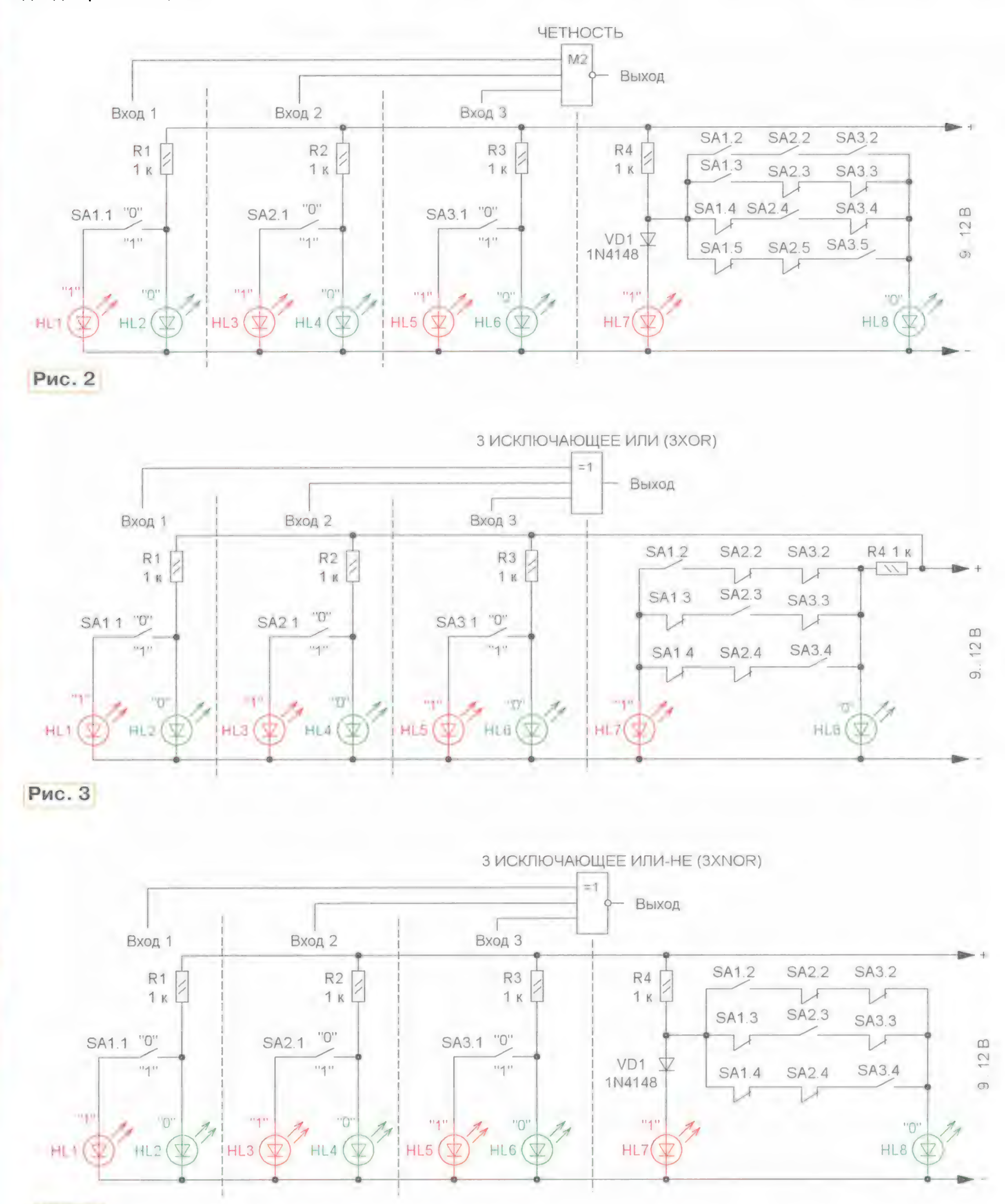


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

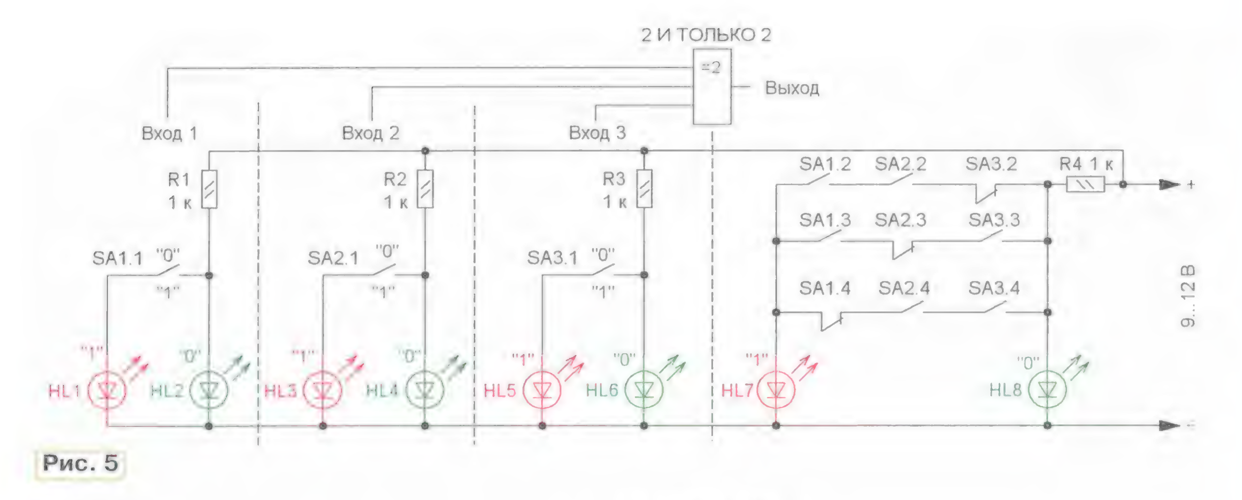


Рис. 5

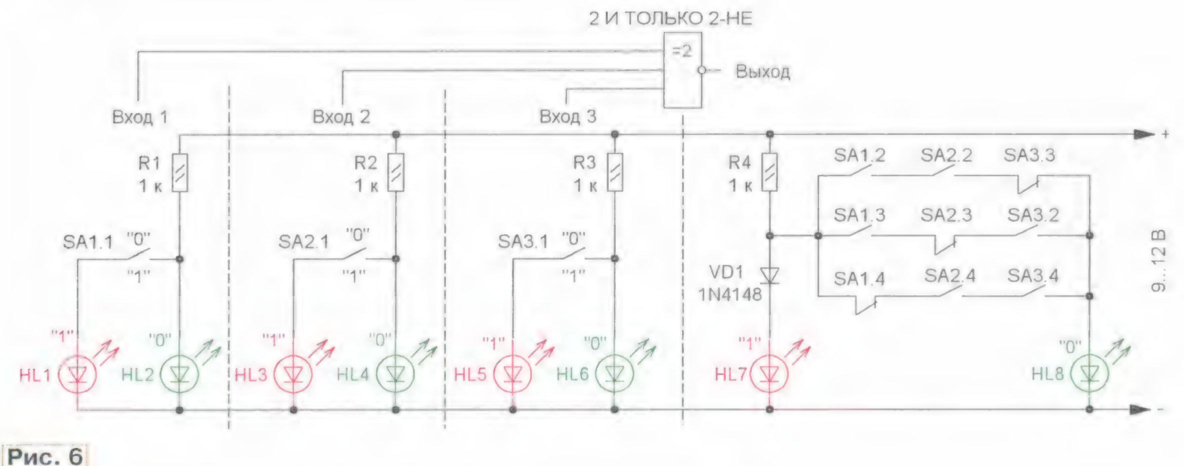


Рис. 6

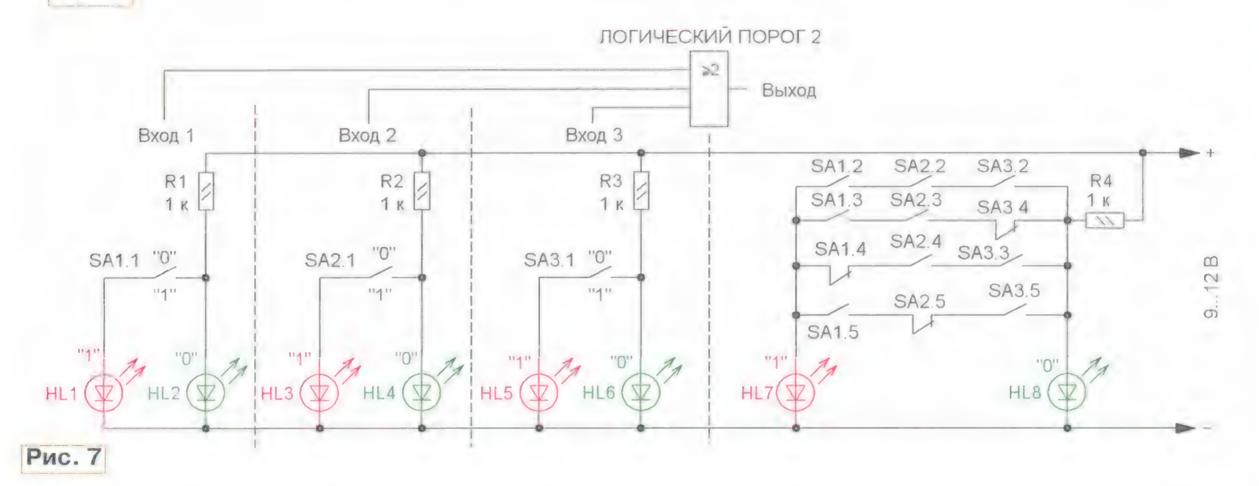


Рис. 7

запомнить их назначение и принцип работы.

"НЕЧЁТНОСТЬ" — логический элемент, имеющий несколько входов и один выход, уровень лог. 1 на котором появляется только при условии, что аналогичный уровень одновременно присутствует на нечётном числе его входов (**рис. 1**).

В частном случае, если у этого логического элемента всего один вход, такой элемент будет "ПОВТОРИТЕЛЕМ", выходной сигнал которого повторяет входной сигнал по уровню. В случае двух входов логические элементы "НЕЧЁТНОСТЬ" и "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" идентичны по своим функциям. Логический элемент "НЕЧЁТНОСТЬ" можно также рассматривать как элемент "ЧЁТНОСТЬ-НЕ".

"ЧЁТНОСТЬ" — логический элемент, имеющий несколько входов и один выход, уровень лог. 1 на котором появляется только при условии, что такой уровень одновременно присутствует на чётном числе его входов (**рис. 2**).

В частном случае, если у такого логического элемента всего один вход, он будет "ИНВЕРТОРОМ", выходной сигнал которого инвертирован по отношению к входному. В случае двух входов логические элементы "ЧЁТНОСТЬ" и "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ" идентичны по своим функциям.

"3 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" — логический элемент, имеющий три входа и один выход, уровень лог. 1 на котором появляется при условии, что уровень

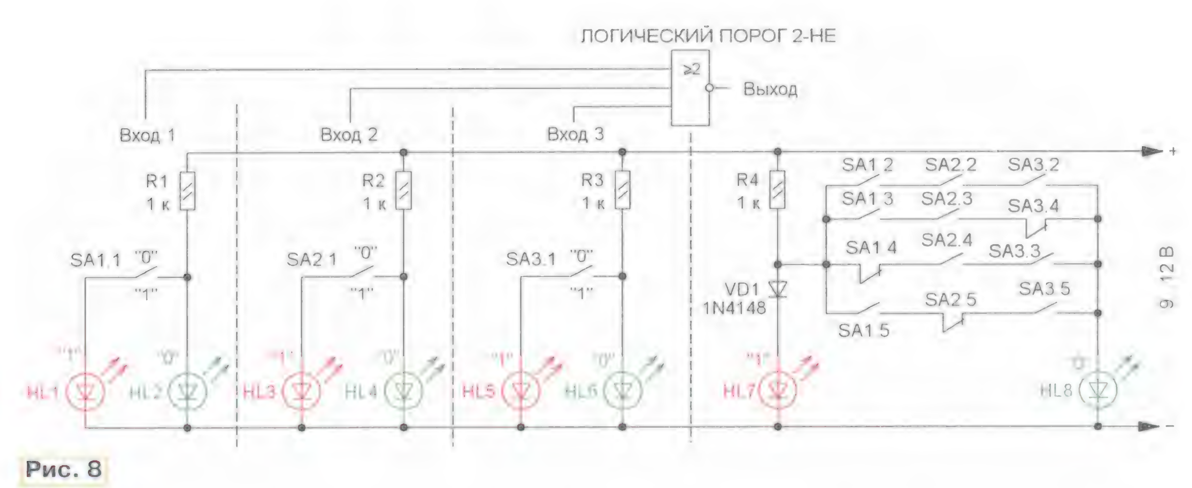


Рис. 8

Рис. 9

Рис. 10

лог. 1 присутствует только на одном из его входов (**рис. 3**).

Цифра перед наименованием логического элемента обозначает число его входов. Этот логический элемент является частным случаем элемента "N ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ", имеющего N входов. При N = 1 этот логический элемент становится "ПОВТОРИТЕЛЕМ".

"3 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ" — логический элемент, имеющий три входа и один выход, уровень лог. 0 на котором появляется при условии, что уровень лог. 1 присутствует только на одном из его входов (**рис. 4**).

"2 И ТОЛЬКО 2" — логический элемент, имеющий несколько входов и один выход, уровень лог. 1 на котором появляется только при условии, что такой уровень одновременно присутствует на двух его входах (**рис. 5**). Этот логический элемент является частным случаем элемента "m И ТОЛЬКО m", где m меньше или равно N — числу входов логического элемента. При N = 1 такой логический элемент именуется "ПОВТОРИТЕЛЕМ".

"2 И ТОЛЬКО 2-НЕ" — логический элемент, имеющий несколько входов и

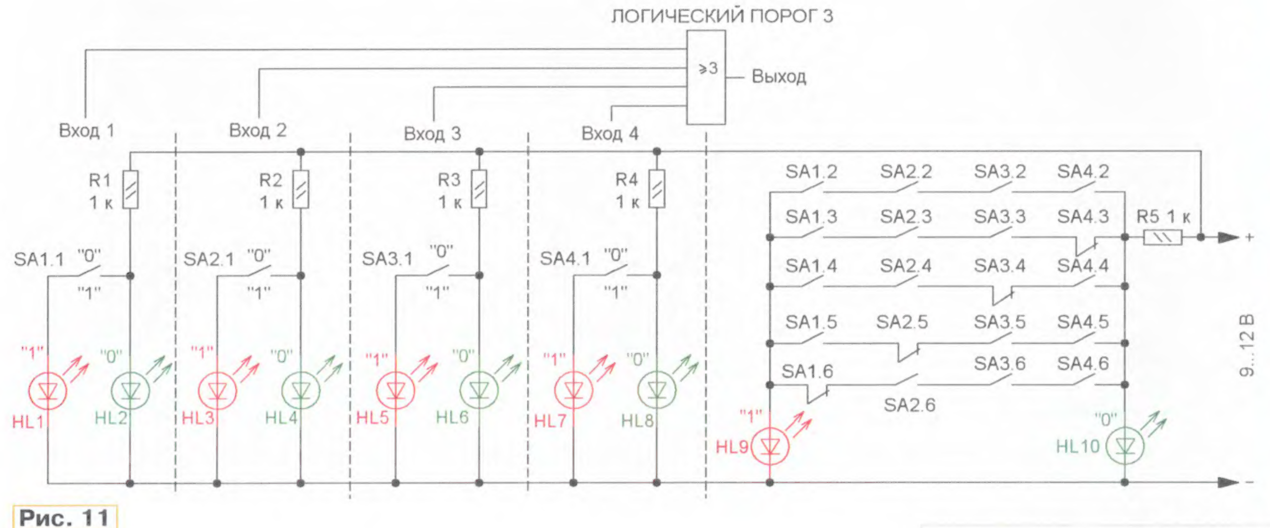


Рис. 11

один выход, уровень лог. 0 на котором появляется только при условии, что уровень лог. 1 одновременно присутствует на двух его входах (**рис. 6**).

"ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 2" — логический элемент, имеющий несколько входов и один выход, уровень лог. 1 на котором появляется только при условии, что такой уровень одновременно присутствует не менее чем на двух его входах (**рис. 7**).

Этот элемент является частным случаем элемента "Логический порог N". При N = 1 этот логический элемент работает как "ПОВТОРИТЕЛЬ".

"ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 2-НЕ" — логический элемент, имеющий несколько входов и один выход, уровень лог. 0 на котором появляется только при условии, что уровень лог. 1 одновременно присутствует не менее чем на двух его входах (**рис. 8**).

"МАЖОРИТАРНОСТЬ" — логический элемент, имеющий несколько входов и один выход, уровень лог. 1 на котором появляется только при условии, что такой уровень одновременно присутствует на большинстве из его входов (**рис. 9**).

Для трёхвходового логического элемента "МАЖОРИТАРНОСТЬ" таблица истинности идентична таблице истинности логического элемента "ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 2" (см. табл. 1).

"МАЖОРИТАРНОСТЬ-НЕ" — логический элемент, имеющий несколько входов и один выход, уровень лог. 0 на котором появляется только при условии, что уровень лог. 1 одновременно присутствует на большинстве из его входов (**рис. 10**).

Синонимом или логическим эквивалентом элемента "МАЖОРИТАРНОСТЬ-НЕ" является логический элемент "МИНАРИТАРНОСТЬ". Для трёхвходового логического элемента "МАЖОРИТАРНОСТЬ-НЕ" таблица истинности идентична таблице истинности логического элемента "ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 2-НЕ" (см. табл. 1).

Имитаторы логических элементов, имеющих идентичные таблицы истинности, например, на рис. 7 и рис. 9, а также рис. 8 и рис. 10, можно было бы

Таблица 2

Входы				Выход	
X1	X2	X3	X4	Л3	Л3-НЕ
0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	0

ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 3-НЕ

Рис. 12

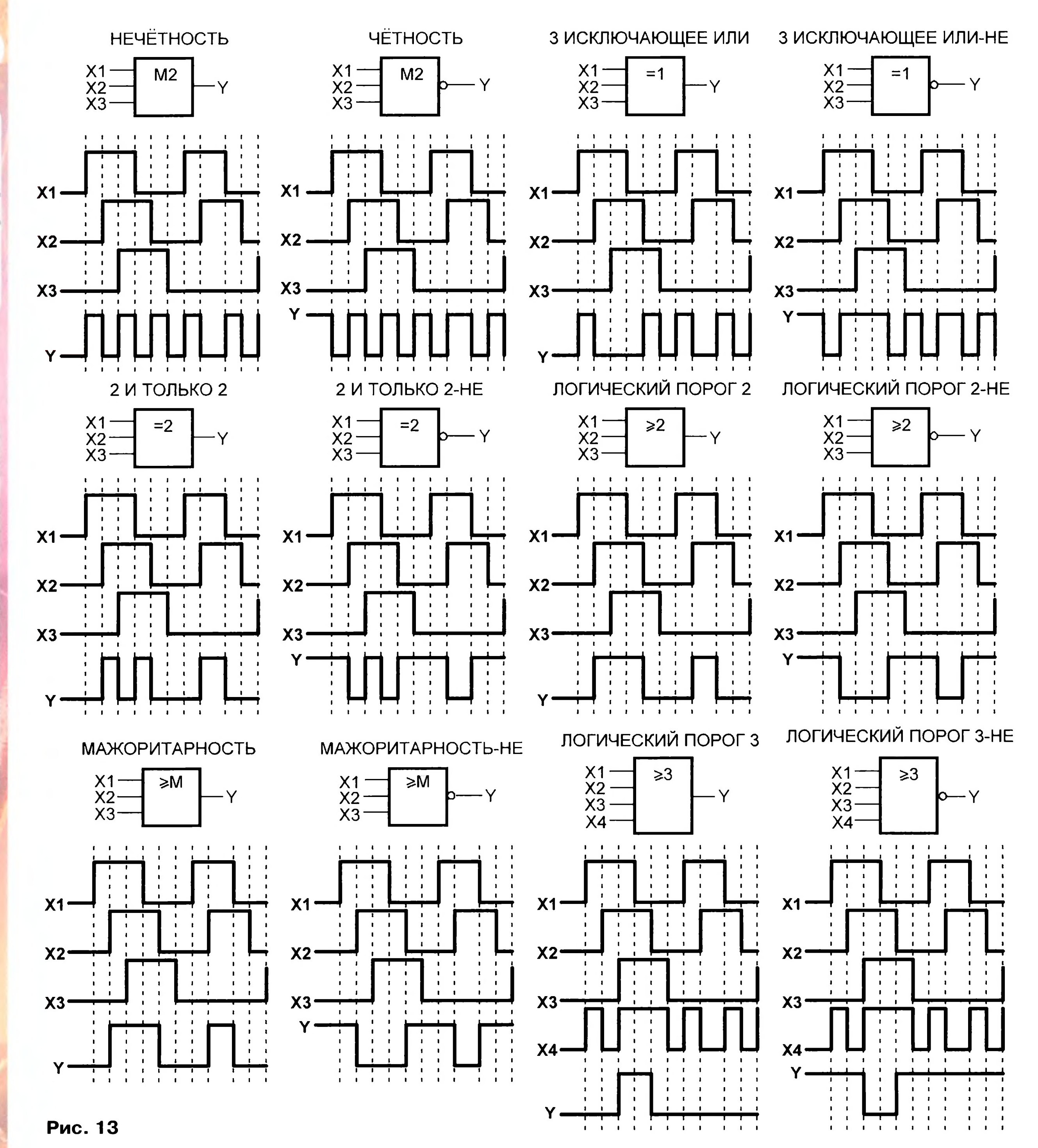


Рис. 13

выполнить по одной схеме, однако, чтобы подчеркнуть многовариантность решения задачи, схемы эти намеренно различаются.

Для иллюстрации того, что логические элементы "Логический порог N" и "Логический порог N-НЕ" функционально существенно отличаются от логических элементов "МАЖОРИТАРНОСТЬ" и "МАЖОРИТАРНОСТЬ-НЕ", приведём ниже таблицу истинности (**табл. 2**) для элементов "ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 3" (Л3) и "ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 3-НЕ" (Л3-НЕ), а также электрические схемы имитаторов этих логических элементов, приведённые соответственно на **рис. 11** и **рис. 12**.

Из табл. 2 следует, что для элементов "ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 3" и "ЛОГИЧЕСКИЙ ПОРОГ 3-НЕ" уровень выходного логического сигнала меняется в том случае, когда не менее чем на три входа этих логических элементов будут поданы сигналы лог. 1.

На **рис. 13** для всех приведённых в статье логических элементов показаны диаграммы электрических процессов на их входах и выходах.

При повторении имитаторов для коммутации светодиодов лучше всего использовать переключатели П2К или их аналоги с зависимой или независимой фиксацией. Резисторы — любого типа общего назначения, светодиоды могут быть в корпусе любого размера, соответствующего свечения и одного типа.

Для наглядности табл. 1 и рис. 13 рекомендуется разместить в увеличенном виде над стендом.



Моя почти кругосветка до Антарктиды

Александр БОРЗЕНКОВ (YL2AG), Рига, Латвия

(см. статью на с. 48)

Южный полярный круг.



Радиодом на станции "Восток".

Теплоход "Байкал" на станции "Беллинсгаузен".